

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-308672

(43)Date of publication of application : 02.11.2001

(51)Int.Cl. H03H 9/145

H03H 9/64

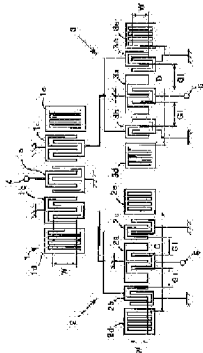
(21)Application number : 2001-035620 (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 13.02.2001 (72)Inventor : SAWADA YOICHI
TAKASAKI HIROSHI

(30)Priority

Priority number : 2000035299 Priority date : 14.02.2000 Priority country : JP

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER DEVICE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave filter device

which has a wide band, good balancing, and the conversion function of balanced-unbalanced input and output.

SOLUTION: The surface acoustic wave filter device includes the following devices. The first through the third surface acoustic wave filter elements 1-3 are put on the piezoelectric substrate. The transmission amplitude characteristic of both the second and the third surface acoustic wave filter elements 2, 3 is almost the same but the transmitting phase characteristic of those is quite different within the band. At least one IDT2b, 2c of the second surface acoustic wave filter elements and at least one IDT3b, 3c of the third surface acoustic wave filter elements 3 are connected to one IDT1b, 1c at least one of the first surface acoustic wave filter elements 1.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.08.2002

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3520413

[Date of registration] 13.02.2004

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It has the 3rd surface acoustic wave filter element. the 1- constituted on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate -- Each surface acoustic wave filter element has two or more IDT(s) formed along the propagation direction of a surface acoustic wave. The said 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element The transmission amplitude characteristic in a band is carrying out abbreviation coincidence, and it is constituted so that transmission phase characteristics may differ 180 degrees of abbreviation. At least one IDT of said 2nd surface acoustic wave filter element, Surface acoustic wave filter equipment with which at least one IDT of the 3rd surface acoustic wave filter element is characterized by connecting with at least one IDT of the 1st surface acoustic wave filter element, respectively.

[Claim 2] the 1- formed in the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate -- it has the 3rd surface acoustic wave filter element, and the 1st surface acoustic wave filter element with the 1st IDT formed along the propagation direction of a surface acoustic wave It has the 2nd and 3rd IDT arranged at the surface wave propagation direction both sides of the 1st IDT. The said 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element has two or more IDT(s)

arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave. The transmission amplitude characteristic in the band of the said 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element carries out abbreviation coincidence. Are constituted so that transmission phase characteristics may differ 180 degrees of abbreviation, and the 2nd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element is connected to the 2nd surface acoustic wave filter element. Surface acoustic wave filter equipment characterized by connecting the 3rd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element to IDT of the 3rd surface acoustic wave filter element.

[Claim 3] said the 1- the 3rd surface acoustic wave filter element with one IDT, respectively IDT which has two IDT(s) arranged at these surface wave propagation direction both sides of IDT, and is connected to the 1st surface acoustic wave filter element in the 2nd surface acoustic wave filter element, IDT connected to the 1st surface acoustic wave filter element in the 3rd surface acoustic wave filter element compared with the 1st spacing between these IDT(s) and adjoining IDT(s), Surface acoustic wave filter equipment according to claim 2 characterized by $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ Differing when the 2nd spacing between these IDT(s) and adjoining IDT(s) sets wavelength of a surface acoustic wave to λ .

[Claim 4] Said 1st spacing is [Equation 1].

式 (1)

$$(n/2 + 1, 22) \times \lambda \sim (n/2 + 1, 33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

Come out, it is and said 2nd spacing is [Equation 2].

式 (2)

$$(n/2 + 1, 72) \times \lambda \sim (n/2 + 1, 83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

Surface acoustic wave filter equipment according to claim 3 which comes out and is characterized by a certain thing.

[Claim 5] Said 1st spacing is [Equation 3].

式 (3)

$$(n/2 + 1, 22) \times \lambda \sim (n/2 + 1, 33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

Come out, it is and said 2nd spacing is [Equation 4].

式(4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

Surface acoustic wave filter equipment according to claim 4 which comes out and is characterized by a certain thing.

[Claim 6] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 5 which said 1st spacing of is the range of 1.72λ - 1.83λ , and has said 2nd spacing in the range of 2.22λ - 2.33λ .

[Claim 7] Said piezo-electric substrate is LiTaO₃. LiTaO₃ which the single crystal is rotating from the Y-axis in 36-44 degrees to Z shaft orientations focusing on the X-axis Surface acoustic wave filter equipment according to claim 3 to 6 with which it is a substrate and electrode coverage in at least one spacing is made into 50% or more among said 1st spacing and 2nd spacing.

[Claim 8] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 7 said whose electrode coverage is 63% or more.

[Claim 9] The 1st and 2nd reflector is prepared in the surface wave propagation direction both sides of the field in which two or more IDT(s) are prepared in said 2nd surface acoustic wave filter element, respectively. The 3rd and 4th reflector is prepared in the surface wave propagation direction both sides of the field in which two or more IDT(s) are prepared in said 3rd surface acoustic wave filter element, respectively. Surface acoustic wave filter equipment according to claim 3 to 8 with which spacing of the 1st reflector and the 2nd reflector spreads spacing of the 3rd reflector and the 4th reflector, abbreviation, etc. and which is carried out.

[Claim 10] It has the 3rd surface acoustic wave filter element. the 1- constituted on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate -- said 1st surface acoustic wave filter element with the 1st IDT It has the 2nd and 3rd IDT arranged at the surface wave propagation direction both sides of the 1st IDT. The 2nd surface acoustic wave filter element is connected to the 2nd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element. The 3rd surface acoustic wave filter element is connected to the 3rd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element. The

2nd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element, Surface acoustic wave filter equipment with which about 180 degrees of phase contrast over the 3rd input or output of IDT differ in a passband.

[Claim 11] When the 1st spacing between the 1st and 2nd IDT of said 1st surface acoustic wave filter element and the 2nd spacing between the 1st IDT of said 1st surface acoustic wave filter element and the 3rd IDT set wavelength of a surface acoustic wave filter to λ Surface acoustic wave filter equipment according to claim 10 which 0.48λ -differs only from 0.525λ , and is characterized by being carried out by it if the phase contrast in a passband with the input edge of the 1st surface acoustic wave filter element is about 180-degree **.

[Claim 12] Said 1st spacing is [Equation 5].

式 (1)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

Come out, it is and said 2nd spacing is [Equation 6].

式 (2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

Surface acoustic wave filter equipment according to claim 11 which comes out and exists.

[Claim 13] Said 1st spacing is [Equation 7].

式 (3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

Come out, it is and said 2nd spacing is [Equation 8].

式 (4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

Surface acoustic wave filter equipment according to claim 12 which comes out and exists.

[Claim 14] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 13 characterized by for said 1st spacing being in the range of 1.72λ - 1.88λ , and said 2nd spacing being in the range of 2.22λ - 2.33λ .

[Claim 15] Said piezo-electric substrate is LiTaO₃. LiTaO₃ which the single crystal is rotating from the Y-axis in 36-44 degrees to Z shaft orientations focusing on the X-axis Surface acoustic wave filter equipment according to claim 11 to 14 with which it is a substrate and electrode coverage in at least one spacing is made into 50% or more among the 1st spacing in said 1st surface acoustic wave filter element, and the 2nd spacing.

[Claim 16] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 15 said whose electrode coverage is 63% or more.

[Claim 17] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 10 to 16 with which said 1st surface acoustic wave filter element is further equipped with the 1st and 2nd reflector arranged at the surface wave propagation direction both sides of the field in which two or more IDT(s) are prepared, and the distance from the 1st IDT to the 1st reflector and the distance from the 1st IDT to the 2nd reflector spread abbreviation etc. and which is carried out.

[Claim 18] every from which the electrode finger crossover width of face of IDT which constitutes said 1st surface acoustic wave filter element constitutes the 2nd surface acoustic wave filter element and the 3rd surface acoustic wave filter element -- the surface acoustic wave filter equipment according to claim 1 to 17 in the 1.5 to 3.5 times as much range as the electrode finger crossover width of face of IDT.

[Claim 19] It has a piezo-electric substrate and the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element constituted on said piezo-electric substrate. Said 1st surface acoustic wave filter element has two or more IDT(s) arranged along the surface wave propagation direction. Said 2nd surface acoustic wave filter element has two or more IDT(s) arranged along the surface acoustic wave propagation direction. The transmission amplitude characteristic in the passband of the 2nd surface acoustic wave filter element Are carrying out abbreviation coincidence with the transmission amplitude characteristic of the 1st surface acoustic wave filter element, and as for the 1st surface acoustic wave filter element, the transmission phase characteristic is constituted so that it may differ 180 degrees

of abbreviation. Surface acoustic wave filter equipment with which said terminal by which the terminal which one terminal of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element is electrically connected to juxtaposition, and the other-end child is electrically connected to the serial, and is connected to juxtaposition is connected to the unbalance terminal and the serial constitutes the balanced terminal.

[Claim 20] IDT by which the said 1st and 2nd surface acoustic wave filter element has three IDT(s), respectively, and has been arranged in the center in the 1st surface acoustic wave filter element, When the 2nd spacing between IDT arranged in the center in the 2nd surface acoustic wave filter element and IDT arranged at both sides sets wavelength of a surface acoustic wave to λ compared with the 1st spacing between IDT(s) arranged at both sides Surface acoustic wave filter equipment according to claim 19 characterized by $0.48\lambda-0.525\lambda$ Differing.

[Claim 21] Said 1st spacing is [Equation 9].

式 (1)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

Come out, it is and said 2nd spacing is [Equation 10].

式 (2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

Surface acoustic wave filter equipment according to claim 20 which comes out and exists.

[Claim 22] Said 1st spacing is [Equation 11].

式 (3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

Come out, it is and said 2nd spacing is [Equation 12].

式 (4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

Surface acoustic wave filter equipment according to claim 21 which comes out and exists.

[Claim 23] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 22 characterized by for said 1st spacing being in the range of 1.72λ - 1.88λ , and said 2nd spacing being in the range of 2.22λ - 2.33λ .

[Claim 24] Said piezo-electric substrate is LiTaO₃. 36-44-degree rotation Y cut LiTaO₃ which the single crystal is rotating from the Y-axis in 36-44 degrees to Z shaft orientations focusing on the X-axis Surface acoustic wave filter equipment according to claim 20 to 23 with which it is a substrate and electrode coverage in at least one spacing is made into 50% or more among said 1st spacing and 2nd spacing.

[Claim 25] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 24 said whose electrode coverage is 63% or more.

[Claim 26] It has further the 1st and 2nd reflector arranged at the surface wave propagation direction both sides of two or more IDT(s) of said 1st surface acoustic wave filter element. The 3rd and 4th reflector is prepared in the surface wave propagation direction both sides of the field in which two or more IDT(s) are prepared in said 2nd surface acoustic wave filter element, respectively. Surface acoustic wave filter equipment according to claim 19 to 25 with which spacing of the 1st reflector and the 2nd reflector spreads spacing of the 3rd reflector and the 4th reflector, abbreviation, etc. and which is carried out.

[Claim 27] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 19 to 26 characterized by the terminal connected to the unbalance side of said 1st surface acoustic wave filter element and the terminal connected to the unbalance side of the 2nd surface acoustic wave filter element being connected by the electrode pattern on a piezo-electric substrate.

[Claim 28] It is constituted on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate, and has the surface acoustic wave filter element which has the 1st IDT and the 2nd and 3rd IDT arranged at the both sides of the 1st IDT. The 1st IDT, When the 2nd spacing between the 1st IDT and the 3rd IDT sets wavelength of a surface acoustic wave to λ compared with the 1st spacing between the 2nd IDT, 0.48λ -differs only from 0.525λ , and the 1st spacing is [Equation

13].

式(1)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

Come out, it is and said 2nd spacing is [Equation 14].

式(2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

Surface acoustic wave filter equipment by which come out, it is, the 1st IDT is connected to an unbalance terminal, and the 2nd and 3rd IDT is connected to the balanced terminal.

[Claim 29] Said 1st spacing is [Equation 15].

式(3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

Come out, it is and said 2nd spacing is [Equation 16].

式(4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

Surface acoustic wave filter equipment according to claim 28 which comes out and exists.

[Claim 30] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 28 said whose 1st spacing is 1.72lambda-1.83lambda and said whose 2nd spacing is 2.22lambda-2.33lambda.

[Claim 31] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 28 to 30 characterized by making electrode coverage in at least one spacing into 50% or more among said 1st and 2nd spacing.

[Claim 32] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 31 with which said electrode coverage is made into 63% or more.

[Claim 33] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 28 to 32 with which the 1st and 2nd reflector is arranged and the distance from the 1st IDT to the 1st reflector and the distance from the 1st IDT to the 2nd reflector spread abbreviation etc. on the outside of said 2nd and 3rd IDT, respectively and which is carried out.

[Claim 34] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 19 to 33 further equipped with the series resonance child connected to the unbalance terminal side.

[Claim 35] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 19 to 34 further equipped with the surface acoustic wave resonator connected to each terminal by the side of a balanced terminal at the serial, respectively.

[Claim 36] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 1 to 35 further equipped with the ladder mold surface acoustic wave filter by which cascade connection was carried out to the balanced terminal side.

[Claim 37] The case material which is further equipped with the electrode pattern which is formed on said piezo-electric substrate and is electrically connected with the exterior and by which the chip with which said surface acoustic wave filter element and said electrode pattern are constituted is carried on said piezo-electric substrate, It has further a current carrying part for connecting electrically the electrode pattern, said electrode pattern, and package on a chip. Surface acoustic wave filter equipment according to claim 1 to 36 with which at least one of the electrode pattern formed on said piezo-electric substrate, a package, and the current carrying parts has the structure of the approximate line symmetry.

[Claim 38] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 37 with which at least two of said electrode pattern, a package, and current carrying parts have the structure of the approximate line symmetry to the same symmetry axis.

[Claim 39] It has further the case material by which the chip with which said surface acoustic wave filter element is constituted is carried by flip chip bonding on said piezo-electric substrate. To said case material One external input terminal or an external output terminal, Surface acoustic wave filter equipment according to claim 1 to 36 with which two external output terminals or an external input terminal is prepared, and said two external output terminals or an external input terminal is arranged to one external input terminal or an external output terminal at the approximate line symmetry.

[Claim 40] It has further the case material by which the chip with which said surface acoustic wave filter element is constituted is carried by flip chip bonding on said piezo-electric substrate. To said case material One external input terminal or an external output terminal, Surface acoustic wave filter equipment according to claim 1 to 36 with which two external output terminals or an external input terminal is prepared, and said two external output terminals or an external input terminal is electrically arranged to one external input terminal or an external output terminal at the abbreviation symmetry.

[Claim 41] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 39 or 40 with which at least one or more grounding terminals are arranged between said external input terminals and said external output terminals.

[Claim 42] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 39 to 41 further equipped with at least one grounding terminal arranged between said two external output terminals or between external input terminals.

[Claim 43] The common machine characterized by using a surface acoustic wave filter according to claim 1 to 42.

[Claim 44] The communication device characterized by using surface acoustic wave filter equipment according to claim 1 to 42 or a common machine according to claim 43.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the surface acoustic wave filter equipment which the characteristic impedances of an input side and an output side differ in the detail more, and has an unbalance-balance conversion function about surface acoustic wave filter equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, a miniaturization and lightweightizing of a portable telephone are progressing, and development of the components which compounded not only reduction and a miniaturization of each component part but two or more functions is progressing.

[0003] In view of the above situations, what gave balanced - unbalance conversion function and the so-called balun function is studied by the surface acoustic wave filter used for RF stage of a portable telephone, and it is increasingly used for it focusing on GSM etc.

[0004] It is unbalance, and it is common to have the characteristic impedance of 50 ohms, and, as for the part from the antenna of a portable telephone to a band-pass filter, they have an impedance (150-200ohm) with a balanced terminal in the amplifier used for the latter part of a filter. [many] Then, the thing which made the function changed into this surface acoustic wave filter from 50-ohm unbalance at 150-200-ohm balance have is proposed, using a surface acoustic wave filter as a band-pass filter.

[0005] For example, the unbalanced input-balanced output is realized by JP,10-117123,A by using four surface acoustic wave filter elements. The configuration of surface acoustic wave filter equipment given in this advanced technology is shown in drawing 28 . Here, the 2nd surface acoustic wave filter section 206 to which the 1st surface acoustic wave filter section 203, surface acoustic wave

filter element 204, and this surface acoustic wave filter element 204 constituted by carrying out two-step cascade connection of the two surface acoustic wave filter elements 201,202 come to carry out cascade connection of the surface acoustic wave filter element 205 from which a transmission phase characteristic differs 180 degrees of abbreviation is constituted. Parallel connection of one side of each input/output terminal of each surface acoustic wave filter section 203,206 is carried out, and series connection of another side is carried out, and let the unbalance terminal and the series connection terminal be balanced terminals for the parallel connection terminal.

[0006] Moreover, as shown in drawing 29 , the surface acoustic wave filter equipment 211 which has three IDT(s) is indicated by JP,6-204781,A. It is arranged so that the phase of two output sides IDT212,213 of both sides may be reversed, and each output terminal of IDT212,213 constitutes the balanced terminal from this surface acoustic wave filter equipment 211. Moreover, let the end of the central input side IDT214 be an unbalance terminal. Also in this configuration, an input-side impedance can be set to 50 ohms, and an output side impedance can be set to 150-200ohm.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Also in the surface acoustic wave filter which has balanced - unbalance I/O mentioned above, broadband-ization is demanded with expansion of the band of a cellular-phone system. However, it sets in the surface acoustic wave filter which has balanced - unbalance I/O, and improvement in that the amplitude is equal and 180 degrees of phases are reversed and the so-called unbalance is required in the transmission characteristic in the passband between each terminal of an unbalance terminal and a balanced terminal.

[0008] However, with the surface acoustic wave filter equipment currently indicated by JP,10-117123,A, it has the property in which the impedance which a surface acoustic wave filter element has becomes capacitive, along with broadband-izing. Therefore, in addition to this capacitive property, the parasitic

capacitance of the interstage by which two-step cascade connection is carried out tended to be added, the impedance mismatch between the surface acoustic wave filter sections tended to arise, and broadband-izing was difficult.

[0009] furthermore -- since four surface acoustic wave filter elements are used -- wiring -- complicated -- this -- parasitic capacitance increased also with complicated wiring and there was a problem that unbalance deteriorated.

Furthermore, component size was enlarged, the miniaturization of the device itself was difficult, and since the number of the surface acoustic wave filter equipment which can be acquired from one wafer decreased, there was a problem that cost cost dearly.

[0010] On the other hand, with surface acoustic wave filter equipment given in JP,6-204781,A, since the structure of 212,213 of two IDT(s) for constituting a balanced terminal was changed, or it was carried out if the physical relationship over IDT214 of the center of IDT116,117 was **, unbalance tended to deteriorate. Moreover, since IDT212,213 by the side of a balanced terminal was electrically connected to the serial, a lost part by the resistance which an electrode finger has increased, and there was also a problem that the insertion loss in a passband became large.

[0011] The purpose of this invention cancels the fault of the conventional technique mentioned above, and is a broadband, and its unbalance is good and is to offer the surface acoustic wave filter equipment which has balanced - unbalance I/O.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The surface acoustic wave filter equipment concerning invention of the 1st of this application It has the 3rd surface acoustic wave filter element. the 1- constituted on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate -- Each surface acoustic wave filter element has two or more IDT(s) formed along the propagation direction of a surface acoustic wave. The said 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element The transmission amplitude characteristic in a band is carrying out abbreviation coincidence, and it

is constituted so that transmission phase characteristics may differ 180 degrees of abbreviation. At least one IDT of said 2nd surface acoustic wave filter element, At least one IDT of the 3rd surface acoustic wave filter element is characterized by connecting with at least one IDT of the 1st surface acoustic wave filter element.

[0013] The surface acoustic wave filter equipment concerning invention of the 2nd of this application the 1- formed in the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate -- it has the 3rd surface acoustic wave filter element, and the 1st surface acoustic wave filter element with the 1st IDT formed along the propagation direction of a surface acoustic wave It has the 2nd and 3rd IDT arranged at the surface wave propagation direction both sides of the 1st IDT. The said 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element has two or more IDT(s) arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave. The transmission amplitude characteristic in the band of the said 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element carries out abbreviation coincidence. Are constituted so that transmission phase characteristics may differ 180 degrees of abbreviation, and the 2nd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element is connected to the 2nd surface acoustic wave filter element. It is characterized by connecting the 3rd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element to IDT of the 3rd surface acoustic wave filter element.

[0014] On the specific aspect of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 2nd invention said the 1- the 3rd surface acoustic wave filter element with one input side IDT, respectively IDT which has two output sides IDT arranged at the surface wave propagation direction both sides of an input side IDT, and is connected to the 1st surface acoustic wave filter element in the 2nd surface acoustic wave filter element, Compared with the 1st spacing between IDT(s) connected to the output terminal, the 2nd spacing between IDT connected to the 1st surface acoustic wave filter element in the 3rd surface acoustic wave filter element and IDT connected to the output terminal When wavelength of a surface acoustic wave is set to λ , it is constituted

0.48λ-0.525λ So that it may differ.

[0015] At the aspect of affairs of specification [that / of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 2nd invention], said 1st spacing is [0016].

[Equation 17]

式 (1)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

[0017] Come out, it is and said 2nd spacing is [0018].

[Equation 18]

式 (2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

[0019] It comes out. Said 1st spacing is [0020] more preferably.

[Equation 19]

式 (3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

[0021] Come out, it is and said 2nd spacing is [0022].

[Equation 20]

式 (4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

[0023] It comes out. Still more preferably, said 1st spacing is the range of 1.72λ-1.83λ, and said 2nd spacing is in the range of 2.22λ-2.33λ.

[0024] At other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 2nd invention, said piezo-electric substrate is LiTaO₃. LiTaO₃ which the single crystal is rotating from the Y-axis in 36-44 degrees to Z shaft orientations focusing on the X-axis It is a substrate and electrode coverage in at least one spacing is made into 50% or more among the 1st spacing in said 1st surface acoustic wave filter element, and the 2nd spacing.

[0025] The above-mentioned electrode coverage is more preferably made into 63% or more. On other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 2nd invention, further It has further the 1st and

2nd reflector arranged at the surface wave propagation direction both sides of two or more IDT(s) of said 2nd surface acoustic wave filter element. The 3rd and 4th reflector is prepared in the surface wave propagation direction both sides of the field in which two or more IDT(s) are prepared in said 3rd surface acoustic wave filter element, respectively, and spacing of the 1st reflector and the 2nd reflector spreads spacing of the 3rd reflector and the 4th reflector, abbreviation, etc., and is carried out.

[0026] The surface acoustic wave filter equipment concerning invention of the 3rd of this application It has the 3rd surface acoustic wave filter element. the 1- constituted on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate -- said 1st surface acoustic wave filter element with the 1st IDT It has the 2nd and 3rd IDT arranged at the surface wave propagation direction both sides of the 1st IDT. The 2nd surface acoustic wave filter element is connected to the 2nd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element. The 3rd surface acoustic wave filter element is connected to the 3rd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element, and phase contrast over the input or output of the 2nd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element and the 3rd IDT is characterized by about 180 degrees differing in a passband.

[0027] On the specific aspect of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 3rd invention When the 1st spacing between the 1st and 2nd IDT of said 1st surface acoustic wave filter element and the 2nd spacing between the 1st IDT of said 1st surface acoustic wave filter element and the 3rd IDT set wavelength of a surface acoustic wave filter to λ 0.48λ -differs only from 0.525λ , and it is carried out by it if the phase contrast in a passband with the input edge of the 1st surface acoustic wave filter element is about 180-degree **.

[0028] Preferably, said 1st spacing is [0029].

[Equation 21]

式 (1)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

[0030] Come out, it is and said 2nd spacing is [0031].

[Equation 22]

式 (2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

[0032] Come out, it is and said 1st spacing is [0033] still more preferably.

[Equation 23]

式 (3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

[0034] Come out, it is and said 2nd spacing is [0035].

[Equation 24]

式 (4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

[0036] Come out and it is, and more preferably, said 1st spacing is in the range of 1.72lambda-1.88lambda, and said 2nd spacing is in the range of 2.22lambda-2.33lambda. At the aspect of affairs of other specification further of the surface acoustic wave filter equipment of the 3rd invention, said piezo-electric substrate is LiTaO3. LiTaO3 which the single crystal is rotating from the Y-axis in 36-44 degrees to Z shaft orientations focusing on the X-axis It is a substrate and electrode coverage in at least one spacing is made into 50% or more among the 1st spacing in said 1st surface acoustic wave filter element, and the 2nd spacing.

[0037] Preferably, electrode coverage is made into 63% or more. On other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 3rd invention, said 1st surface acoustic wave filter element is further equipped with the 1st and 2nd reflector arranged at the surface wave propagation direction both sides of the field in which two or more IDT(s) are prepared, and the distance from the core of the 1st IDT to the 1st reflector and the distance from the core of the 1st IDT to the 2nd reflector spread abbreviation etc., and it is carried out.

[0038] On the specific aspect of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st - the 3rd invention, the electrode finger crossover

width of face of IDT which constitutes said 1st surface acoustic wave filter element is in the 1.5 to 3.5 times as much range as each electrode finger crossover width of face of IDT which constitutes the 2nd surface acoustic wave filter element and the 3rd surface acoustic wave filter element.

[0039] The surface acoustic wave filter equipment concerning invention of the 4th of this application It has a piezo-electric substrate and the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element constituted on said piezo-electric substrate. Said 1st surface acoustic wave filter element has two or more IDT(s) arranged along the surface wave propagation direction. Said 2nd surface acoustic wave filter element has two or more IDT(s) arranged along the surface acoustic wave propagation direction. The transmission amplitude characteristic in the passband of the 2nd surface acoustic wave filter element Are carrying out abbreviation coincidence with the transmission amplitude characteristic of the 1st surface acoustic wave filter element, and as for the 1st surface acoustic wave filter element, the transmission phase characteristic is constituted so that it may differ 180 degrees of abbreviation. It is characterized by said terminal by which the terminal which one terminal of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element is electrically connected to juxtaposition, and the other-end child is electrically connected to the serial, and is connected to juxtaposition is connected to the unbalance terminal and the serial constituting the balanced terminal.

[0040] On the specific aspect of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th invention IDT by which the said 1st and 2nd surface acoustic wave filter element has three IDT(s), respectively, and has been arranged in the center in the 1st surface acoustic wave filter element, When the 2nd spacing between IDT connected to the unbalance terminal in the 2nd surface acoustic wave filter element and IDT connected to a balanced terminal sets wavelength of a surface acoustic wave to λ compared with the 1st spacing between IDT(s) arranged at both sides It is constituted $0.48-0.525\lambda$ So that it may differ.

[0041] With the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th

invention, said 1st spacing is [0042] preferably.

[Equation 25]

式 (1)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

[0043] Come out, it is and said 2nd spacing is [0044].

[Equation 26]

式 (2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

[0045] Come out, it is and said 1st spacing is [0046] more preferably.

[Equation 27]

式 (3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

[0047] Come out, it is and said 2nd spacing is [0048].

[Equation 28]

式 (4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

[0049] Come out and it is, and still more preferably, said 1st spacing is in the range of 1.72lambda-1.88lambda, and said 2nd spacing is in the range of 2.22lambda-2.33lambda. On other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th invention Said piezo-electric substrate is LiTaO3. 36-44-degree rotation Y cut LiTaO3 which the single crystal is rotating from the Y-axis in 36-44 degrees to Z shaft orientations focusing on the X-axis It is a substrate. Electrode coverage in at least one spacing is made into 50% or more among the 1st spacing in said 1st surface acoustic wave filter element, and the 2nd spacing. This electrode coverage is more preferably made into 63% or more.

[0050] On other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th invention It has further the 1st and 2nd reflector arranged at the surface wave propagation direction both sides of two or more IDT(s) of said 2nd surface acoustic wave filter element. The 3rd and 4th reflector

is prepared in the surface wave propagation direction both sides of the field in which two or more IDT(s) are prepared in said 3rd surface acoustic wave filter element, respectively, and spacing of the 1st reflector and the 2nd reflector spreads spacing of the 3rd reflector and the 4th reflector, abbreviation, etc., and is carried out.

[0051] On other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th invention, the terminal connected to the unbalance side of said 1st surface acoustic wave filter element and the terminal connected to the unbalance side of the 2nd surface acoustic wave filter element are further connected by the electrode pattern on the piezo-electric substrate.

[0052] The surface acoustic wave filter equipment concerning invention of the 5th of this application It is constituted on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate, and has the surface acoustic wave filter element which has the 1st IDT and the 2nd and 3rd IDT arranged at the both sides of the 1st IDT. The 1st IDT, When the 2nd spacing between the 1st IDT and the 3rd IDT sets wavelength of a surface acoustic wave to λ compared with the 1st spacing between the 2nd IDT, it 0.48λ - 0.525λ Differs, and the 1st spacing is [0053].

[Equation 29]

式 (1)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

[0054] Come out, it is and said 2nd spacing is [0055].

[Equation 30]

式 (2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

[0056] Come out, it is, IDT of the 1st surface acoustic wave filter element constitutes an unbalance terminal, and it is characterized by using the 2nd and 3rd IDT of the 2nd surface acoustic wave filter element as a balanced terminal.

[0057] By the 5th invention, the 1st spacing is [0058] preferably.

[Equation 31]

式 (3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

[0059] Come out, it is and said 2nd spacing is [0060].

[Equation 32]

式 (4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

[0061] It is carried out. More preferably, the 1st spacing is 1.72λ - 1.83λ , and said 2nd spacing is 2.22λ - 2.33λ .

[0062] On other specific aspects of affairs of the 5th invention, electrode coverage in at least one spacing of the 1st and 2nd spacing is made into 50% or more. Preferably, the above-mentioned electrode coverage is made into 63% or more.

[0063] On other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 5th invention, the 1st and 2nd reflector is arranged, and the distance from the 1st IDT to the 1st reflector and the distance from the 1st IDT to the 2nd reflector spread abbreviation etc., and it is made the outside of said 2nd and 3rd IDT, respectively.

[0064] On the specific aspect of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th - the 5th invention, it has further the series resonance child connected to the unbalance terminal side. On other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th - invention of the 5th, each terminal by the side of a balanced terminal is further equipped with the surface acoustic wave resonator connected to the serial, respectively.

[0065] On the specific aspect of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st - the 5th invention, it has further the ladder mold surface acoustic wave filter by which cascade connection was carried out to the balanced terminal side. The surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st - the 5th invention The case material for containing the chip with which it can constitute as surface acoustic wave filter equipment which has proper

package structure, for example, the surface acoustic wave filter element is constituted on said piezo-electric substrate, It has further a current carrying part for connecting the electrode pattern and package on a chip in electrode, and it is constituted as had the structure of the approximate line symmetry in at least one of the electrode pattern formed on said piezo-electric substrate, a package, and the current carrying parts.

[0066] In this case, preferably, as had the structure of the approximate line symmetry to the same symmetry axis in at least two of said electrode pattern, a package, and current carrying parts, it is constituted. On other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st - the 5th invention It has further the case material by which the chip with which said surface acoustic wave filter element is constituted is carried by the flip-chip-bonding method on said piezo-electric substrate. One external input terminal used for this case material as an unbalance signal terminal, or an external output terminal, Two external output terminals or external input terminal used as a balanced signal terminal is prepared, and these two external output terminals or an external input terminal is arranged to one external input terminal or an external output terminal at the approximate line symmetry.

[0067] On other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st - the 5th invention, further It has further the case material by which the chip with which said surface acoustic wave filter element is constituted is carried by flip chip bonding on said piezo-electric substrate. To this case material One external input terminal used as an unbalance signal terminal, or an external output terminal, Two external output terminals or external input terminal used as a balanced signal terminal is prepared, and these two external output terminals or an external input terminal is electrically constituted by the abbreviation symmetry to one external input terminal or an external output terminal. In addition, electrically, even if the symmetry is asymmetry somewhat physically, it shall mean the structure where electric length is mostly made into the symmetry with wiring etc.

[0068] On other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st - the 5th invention, at least one grounding terminal is further arranged between the above-mentioned external input terminal and an external output terminal.

[0069] On another specific aspect of affairs of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st - the 5th invention, at least one grounding terminal is arranged between two external output terminals used as the above-mentioned balanced signal terminal, or between external input terminals.

[0070] Moreover, using surface acoustic wave filter ***** concerning this invention, a common machine like an antenna common machine can be constituted, and various communication devices can be constituted using the common machine further applied to this invention.

[0071]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is clarified by explaining the concrete example of the surface acoustic wave filter equipment concerning this invention, referring to a drawing.

[0072] With reference to drawing 1, the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st example of this invention is explained. The surface acoustic wave filter equipment of the 1st example is equivalent to the example of the surface acoustic wave filter equipment concerning invention of the 1st and the 2nd of this application.

[0073] Drawing 1 is the top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 1st example. With the surface acoustic wave filter equipment of this example, three surface acoustic wave filter elements 1-3 are formed on the piezo-electric substrate. In addition, as a piezo-electric substrate, it is LiTaO₃. Although proper piezo-electric substrates, such as Xtal, can be used, at this example, it is 36-degreeY-XLiTaO₃. The substrate is used.

[0074] The 1st surface acoustic wave filter element 1 has three IDT(s) 1a-1c arranged along the surface wave propagation direction. The grating mold reflectors 1d and 1e are arranged at the surface-wave propagation direction both

sides of the field in which IDT(s) 1a-1c are formed.

[0075] Similarly, also as for the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element 2 and 3, three IDT(s) 2a-2c, and 3a-3c have the structure arranged along the surface wave propagation direction. Moreover, also in the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element 2 and 3, IDT(s) 2a-2c, each IDT(s) 1a-1c by which the grating mold reflectors 2d, 2e, 3d, and 3e are arranged on the surface-wave propagation direction outside of the field in which 3a-3c are prepared, 2a-2c, and 3a-3c have the sinking comb electrode of a pair, respectively.

[0076] It is IDT1a of the center of the 1st surface acoustic wave filter element 1, while it goes away and a gear-tooth electrode is connected to an input terminal 4. Moreover, it is the 2nd arranged on the outside of 1st central IDT1a, the 2nd by which the gear-tooth electrode has been arranged by being 3rd IDT1b, while going away on the outside of the 2nd surface acoustic wave filter element, 3rd IDT2b, and 2c, while goes away, and connects with the gear-tooth electrode electrically. Similarly, it is outside IDT1c of the 1st surface acoustic wave filter element, while it goes away, and it is the outsides 3b and IDT 3c of the 3rd surface acoustic wave filter element 3, while goes away to a gear-tooth electrode, and the gear-tooth electrode is electrically connected to it. It is IDT(s) 2a and 3a of the center of the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element, while it goes away and the gear-tooth electrode is electrically connected to output terminals 5 and 6, respectively. It goes away except IDT(s) 1a-1c, 2a-2c, and the sinking comb electrode that it 3a-3c Went away and was mentioned above among gear-tooth electrodes, and the gear-tooth electrode is connected to touch-down potential.

[0077] An input terminal 4 is an unbalance terminal and output terminals 5 and 6 are balanced terminals. In addition, the transmission phase characteristics of the 3rd surface acoustic wave filter element 103 differ the transmission phase characteristic of the 2nd surface acoustic wave filter element 102, and 180 degrees of abbreviation.

[0078] next, the 1- the concrete example of structure of the 3rd surface acoustic

wave filter element 1-3 is explained. At this example, electrode finger crossover width of face W in IDT(s) 1a-1c is set to 52λ by the 1st surface acoustic wave filter element 1. In addition, λ shows the wavelength of a surface acoustic wave. Each logarithm of an electrode finger [in / in the logarithm of the electrode finger of 1st IDT1a arranged in the center / 16 and Outside 1b and IDT 1c, i.e., the 2nd and 3rd IDT,] is 11. Wavelength λ of the surface wave in IDT(s) 1a-1c is 4.2 micrometers. Moreover, the number of the electrode finger in Reflectors 1d and 1e is 120, and wavelength λ_R is 4.3 micrometers. Moreover, the spacing GI between adjacent IDT1a - 1c is $1.77\lambda_R$. In addition, spacing between adjacent IDT(s) shall mean the pitch between the electrode fingers by the side of [IDT(s) 1a and 1b are / each other / most close to] hot, if between IDT1a and 1b is taken for an example.

[0079] In the 2nd surface acoustic wave filter element 2, electrode finger crossover width of face W in IDT(s) 2a-2c is set to 31λ . Each logarithm of an electrode finger [in / in the logarithm of the electrode finger of 1st IDT2a arranged in the center / 16, Outside IDT, i.e., the 2nd, 3rd IDT2b, and 2c] is 11. Wavelength λ of the surface wave in IDT(s) 2a-2c is 4.2 micrometers. Moreover, the number of the electrode finger in Reflectors 2d and 2e is 120, and wavelength λ is 4.3 micrometers. Moreover, the spacing GI between adjacent IDT2a - 2c is $1.77\lambda_R$.

[0080] If it removes that spacing GI between adjacent IDT(s) is set to $2.27\lambda_R$, it consists of the 3rd surface acoustic wave filter element 103 like the 2nd surface acoustic wave filter element 2.

[0081] If the spacing GI between IDT(s) which the 2nd surface acoustic wave filter element 2 and the 3rd surface acoustic wave filter element 3 adjoin so that about 180 degrees of transmission phase characteristics may differ is **, it is carried out. In addition, the configuration which changes 180 degrees of transmission phase characteristics of the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element 2 and 3 is not limited to the structure of changing spacing during Above IDT.

[0082] In addition, in this example and the following examples, since there are very many electrode fingers of a surface acoustic wave filter element and electrode fingers of a reflector, the drawing is shown in schematic drawing.

[0083] The input terminal 4 of the surface acoustic wave filter equipment of this example is used as an unbalanced input terminal, and the actuation in the case of using output terminals 5 and 6 as a balanced output terminal is explained.

When an electrical signal is inputted into an input terminal 4, the electrical signal filtered by the 1st surface acoustic wave filter element 1 is given to the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element 2 and 3. If IDT(s) 1b and 1c of the surface acoustic wave filter element 1 are made into the same structure and distance from IDT1a to IDT(s) 1b and 1c is made equal at this time, the electrical signal given to the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element 2 and 3 will become the same.

[0084] The electrical signal inputted into the surface acoustic wave filter element 2 and the surface acoustic wave filter element 3 is filtered again, and is drawn by the balanced output terminals 5 and 6. Here, by the surface acoustic wave filter element 2 and the surface acoustic wave filter element 3, if the spacing G between adjacent IDT(s) is $\lambda/2$ as mentioned above, it is carried out. Therefore, the filtered amplitude characteristic will be the same and about 180 degrees of transmission phase characteristics will differ. Therefore, the electrical signal drawn by output terminals 5 and 6 has the the same amplitude characteristic, and turns into a perfect balanced signal with which about 180 degrees of transmission phase characteristics differ.

[0085] Furthermore, in the surface acoustic wave filter element 1, parameters, such as crossover width of face, are set up so that it may have consistency in 50 ohms which is the characteristic impedance of the unbalanced circuit connected to an input terminal 4, for example, an antenna circuit. In the surface acoustic wave filter elements 2 and 3, parameters, such as the crossover width of face, are set up so that it may have consistency in $1/2$ [with a characteristic impedance / of a balanced circuit like the amplifying circuit connected to output

terminals 5 and 6 / of 150 ohms]. This is because a characteristic impedance becomes equal to one half of the characteristic impedances of a balanced circuit the bottom wholly at a case as the unbalance terminal which became independent about each terminal 5 and 6 of a balanced circuit.

[0086] With the surface acoustic wave filter equipment which has the balanced unbalance conversion function currently indicated by JP,10-117123,A mentioned above, two surface acoustic wave filter elements were required for the input side (unbalance side).

[0087] On the other hand, at this example, an input side (unbalance side) can consist of one surface acoustic wave filter element as mentioned above.

Therefore, according to this example, it becomes possible to reduce sharply the parasitic capacitance which a leading-about electrode or a pad for bondings of the shape of a chip which connects the terminal and surface acoustic wave filter equipment of the parasitic capacitance formed between the bus bars of adjacent IDT, wiring which connects the surface acoustic wave filter element of an input side and the surface acoustic wave filter element of an output side, and a package etc. has in comparison with the above-mentioned advanced technology. Such parasitic capacitance had become a big inhibition factor, when it was going to realize broadband-ization of surface acoustic wave filter equipment.

[0088] The filter shape of a broadband can be realized with the surface acoustic wave filter equipment of this example, without being able to reduce such parasitic capacitance as mentioned above, and degrading the surface smoothness and VSWR in a passband.

[0089] A continuous line shows the filter shape of this example to drawing 2 .

Moreover, a broken line shows the filter shape of the surface acoustic wave filter equipment produced based on the publication of JP,10-117123,A constituted so that it might have the same band as the surface acoustic wave filter equipment of an example for the comparison.

[0090] By using the surface acoustic wave filter equipment of this example shows that the filter shape of a broadband is obtained so that clearly from drawing 2 .

Drawing 3 and drawing 4 show similarly each VSWR property by the side of the unbalance terminal of the surface acoustic wave filter equipment of this example, and the surface acoustic wave filter equipment prepared based on the publication of the above-mentioned advanced technology, and a balanced terminal. A continuous line shows the property of the surface acoustic wave filter equipment of an example, and a broken line shows the property of the conventional example. According to this example, it turns out that aggravation of VSWR can be controlled so that clearly from drawing 3 and drawing 4 .

[0091] Moreover, with the surface acoustic wave filter equipment of this example, since what is necessary is just to use three surface acoustic wave filter elements, a chip size can be made small. Furthermore, the miniaturization of the whole surface acoustic wave filter equipment and the surface acoustic wave filter equipment acquisition number per [which is prepared in producing surface acoustic wave filter equipment] wafer can be increased, and a cost cut can be aimed at by it.

[0092] Spacing GI and GI between IDT(s) which the 2nd surface acoustic wave filter element adjoins is set to 1.77λ , and drawing 5 and drawing 6 are drawings showing the difference of spacing between IDT(s) of the surface acoustic wave filter elements 2 and 3 at the time of changing the spacing GI and GI between IDT(s) which the 3rd surface acoustic wave filter element 3 adjoins, and the relation of unbalance. Here, spacing between IDT(s) shall mean the distance from the core of the electrode finger nearest to the next IDT among the electrode fingers connected to the signal line, without grounding one IDT among adjacent IDT(s) to the core of the electrode finger nearest to the next IDT among the electrode fingers in IDT of another side connected to the signal line, without being grounded. In addition, the difference of spacing of the axis of abscissa of drawing 5 and drawing 6 is the value standardized by λ .

[0093] Moreover, balanced $|A|$ of the amplitude when the balancing of the amplitude and the balancing of a phase considered the surface acoustic wave filter equipment of this example to be the device of three ports, and an

unbalanced input terminal is made into a port 1 and they make the balanced output terminals 5 and 6 a port 2 and a port 3, respectively is $A=|S_{21}|-|S_{31}|$, and balancing $|B-180|$ of a phase is $B=|S_{21}-S_{31}|$.

[0094] Ideally, although the unbalance of 0dB and a phase of the unbalance of the amplitude is 0 degree, as actually usable range, unbalance of 1.5dB or less and a phase is made into 20 degrees or less for the unbalance of the amplitude.

[0095] According to drawing 5, what the difference of spacing between IDT(s) of the surface acoustic wave filter elements 2 and 3 should set it as the range of $0.48\lambda-0.525\lambda$ that the unbalance of the amplitude satisfies such a value for in order for the difference of spacing between IDT(s) of the surface acoustic wave filter elements 2 and 3 to be the range below 0.525λ , and for the unbalance of a phase to satisfy the above-mentioned value according to drawing 6 $R> 6$ is understood. both [therefore,] the unbalance of the amplitude, and the unbalance of a phase -- although -- in order to fill the above-mentioned range, it turns out that the difference of spacing between IDT(s) in the surface acoustic wave filter element 2 and spacing between adjacent IDT(s) in the surface acoustic wave filter element 3 should just serve as the range of $0.48\lambda-0.525\lambda$.

[0096] In the case of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter element which has three IDT(s), it is already well-known by setting spacing between adjacent IDT(s) as the range of $x(0.72+n/2)\lambda-(0.83+n/2)\lambda$ however $n= 0$, and 1, 2 and 6 that the filter shape of a broadband can be realized. Therefore, various range can be considered as a combination which sets the difference of spacing between IDT(s) which the surface acoustic wave filter element 2 and the surface acoustic wave filter element 3 adjoin the account of a top as the above-mentioned value.

[0097] However, if the value of n in the above-mentioned formula is enlarged, the following problems will arise. That is, drawing 7 $R> 7$ shows the relation between spacing between IDT(s) adjoined when $x(n/2+0.77)\lambda$, however n set spacing between adjacent IDT(s) to 0, 1, 2, and 6, and the bandwidth of surface

acoustic wave filter equipment in the surface acoustic wave filter element 2 of the surface acoustic wave filter equipment of this example. In order to secure the bandwidth of 35MHz indispensable as surface acoustic wave filter equipment for portable telephones so that clearly from drawing 7 , it turns out that n must carry out to six or less.

[0098] On the other hand, there is also a problem produced by making n small. Drawing 9 shows the relation between the spacing G_1 between adjacent IDT(s) in the 2nd surface acoustic wave filter element 2 when $x(0.77+m/2)$ lambda, however m making spacing G_1 between adjacent IDT(s) in the 2nd surface acoustic wave filter element 2 in the surface acoustic wave filter equipment of this example 0 and the natural number, and setting to $x(1.27+m/2)$ lambda spacing G_1 between IDT(s) which the surface acoustic wave filter element 3 adjoins, and amplitude unbalance.

[0099] Moreover, the relation between the spacing G_1 between IDT(s) when drawing 10 setting to $x(0.77+m/2)$ lambda spacing G_1 between IDT(s) which the 2nd surface acoustic wave filter element 2 in the surface acoustic wave filter equipment of this example adjoins, and setting spacing G_1 between adjacent IDT(s) in the 3rd surface acoustic wave filter element 3 to $x(1.27+m/2)$ lambda, and phase unbalance is shown.

[0100] In order for amplitude unbalance to satisfy 1.5dB or less and for phase unbalance to satisfy 20 degrees or less from drawing 9 and drawing 10 , it turns out that there is [spacing between IDT(s)] more than 1.77λ , i.e., the need of setting the value of m or more to one. If spacing between adjacent IDT(s) becomes small, the phenomenon in which unbalance gets worse can be considered as follows.

[0101] In the case of a vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter, adjoining IDT(s) not only carry out an acoustic turnover, but they may join together electromagnetic. When, as for the transmission characteristic by the acoustic turnover, only 0.5λ changes spacing between adjacent IDT(s), to a phase being reversed by the surface acoustic wave filter elements 2 and 3, it is

not dependent on spacing between adjacent IDT(s), therefore the transmission characteristic by electromagnetic association serves as corresponding homologous amplitude. The transmission component of this corresponding homologous amplitude is a factor which worsens unbalance, therefore unbalance gets worse with the structure where make spacing between IDT(s) small and electromagnetic association becomes large.

[0102] From the above result, the spacing GI between IDT(s) which the surface acoustic wave filter element 2 adjoins The spacing GI between IDT(s) with which it is referred to as $x\lambda$, $n= 1$, and 2, 3, 4 and 5 and which the surface acoustic wave filter element 3 adjoins $(0.77+n/2) \times (1.27+n/2) \lambda$, however n By considering as the natural number of the range of 1-5, the filter shape from which balancing and bandwidth serve as level which is satisfactory both practically can be obtained.

[0103] Moreover, in taking into consideration the frequency drift by the temperature change, the bandwidth of 39MHz is needed. In this case, $x(0.77+n/2) \lambda$, however n make spacing GI between IDT(s) which the surface acoustic wave filter element 2 adjoins the natural number of 1-3, and $x(1.27+n/2) \lambda$, however n should just make spacing GI between IDT(s) which the surface acoustic wave filter element 3 adjoins the natural number of 1-3.

[0104] Furthermore, in order to obtain wide band width of face most, without unbalance getting worse, spacing GI between IDT(s) which the surface acoustic wave filter element 2 adjoins is set to $x(0.77+n/2) \lambda$, however $n= 2$, and the spacing GI between IDT(s) which the surface acoustic wave filter element 3 adjoins is understood [$x(1.27+n/2) \lambda$ however $n= 2$ then] are good.

[0105] LiTaO₃ From the X-axis, two kinds of surface acoustic waves are excited by the core from a Y-axis on the piezo-electric substrate which it makes it come to rotate in 36 degrees - 44 degrees at Z shaft orientations, and a single crystal is spread at it. One surface acoustic wave is the Leakey wave, i.e., a false surface acoustic wave, and another is a bulk wave called SSBW. Among these, if being

used in order to form a resonator and a filter has the main Leakey wave and SSBW mainly spreads, a propagation loss will become large and degradation of Q of a resonator and increase of the insertion loss as a filter will arise. The two above-mentioned kinds of surface acoustic waves are intermingled, and are excited and spread. But when [more near an electric short circuit namely,] electrode coverage is large, the Leakey wave mainly spreads [a surface condition], and when more close to electric disconnection (i.e., when electrode coverage is small), SSBW mainly spreads [a surface condition].

[0106] Therefore, at least one electrode finger is inserted in the 1st spacing between IDT of the center in the 2nd surface acoustic wave filter element, and the 2nd and 3rd outside IDT, and the 2nd spacing between the 1st central IDT and the 2nd and 3rd outside IDT in the 3rd surface acoustic wave filter element. If electrode coverage is raised, the Leakey wave can be made to be mainly able to spread, excitation and propagation of SSBW can be controlled, and an insertion loss can be reduced.

[0107] Drawing 8 indicates relation with band interpolation close loss to be the electrode coverage in the 1st spacing of the above. 0.5 or more [in order to realize 3.0dB or less which is practical band interpolation close loss], i.e., it turns out that electrode coverage is required 50% or more. Moreover, in order for reducing loss further to set an insertion loss to 2.5dB or less in the application searched for, it turns out that electrode coverage should just be made into more than [0.63 or more], i.e., 63%. It can say that the same is said of the 2nd spacing.

[0108] The signal inputted into the 2nd surface acoustic wave filter element 2 excites a surface acoustic wave by IDT2b and 2c. This surface acoustic wave is spread in the predetermined propagation direction, and a standing wave produces the surface acoustic wave reflected and reflected by Reflectors 2d and 2e between 2d of reflectors, and 2e from a buffer with the surface acoustic wave excited. Very much, Q becomes high resonance, and when the excited standing wave is received by IDT2a, it is changed into an electric signal in IDT2a by this

standing wave, and the function as a filter is achieved. Same actuation is performed also in the 3rd surface acoustic wave filter element 3. However, although an output signal is determined as the standing wave excited according to the physical relationship of output side IDT3a, compared with the case where phase relation is the 2nd surface acoustic wave filter element, it is reversed by shifting the location of IDT3b only 0.5 times of the wavelength λ of a surface acoustic wave.

[0109] If the spacing C between 2d of two reflectors of the surface acoustic wave filter element 2 and 2e differs from the spacing D between 3d of two reflectors in the surface acoustic wave filter element 3, and 3e here, the intensity distributions of the standing wave in each component will also differ. Therefore, the resonance characteristic also changes and the property as a filter also changes. therefore, the spacing C between 2d of two reflectors of the surface acoustic wave filter element 2, and 2e and the spacing D between 3d of two reflectors of the surface acoustic wave filter element 3, and 3e -- abbreviation -- degradation of unbalance can be controlled by making it an equal value, without the difference in the filter shape of the surface acoustic wave filter elements 2 and 3 arising.

[0110] Moreover, in this example, although the grating mold reflector is used as reflectors 1d, 1e, 2d, 2e, 3d, and 3e, it is not limited to this and reflection [in / a piezo-electric substrate end face] may be used.

[0111] In this example, the characteristic impedance of an input terminal (unbalance terminal) 4 is 50ohms, and the characteristic impedance of output terminals 5 and 6 (balanced terminal) is set to 150 ohms. In order to adjust such an I/O impedance, by this example, crossover width of face is set as 51λ as mentioned above so that the surface acoustic wave filter element 1 may be adjusted in 50 ohms which is the characteristic impedance of the unbalanced circuit connected to an input side. Moreover, electrode finger crossover width of face is set as 31λ , respectively so that the surface acoustic wave filter elements 2 and 3 may be adjusted in $1/2$ [150-ohm] which is the characteristic impedance of the balanced circuit connected to an output side. This is because a

characteristic impedance becomes equal to one half of the characteristic impedances of a balanced circuit, when each terminal 5 and 6 of a balanced circuit is regarded as an independent unbalance terminal.

[0112] Thus, the ratio of an I/O impedance can be freely set up by planning impedance matching with the unbalanced circuit connected to an input side by the surface acoustic wave filter element 1, and planning impedance matching with the balanced circuit connected to an output side by the surface acoustic wave filter elements 2 and 3.

[0113] Drawing 11 shows the ratio of the crossover width of face of the surface acoustic wave filter element 1 connected to the unbalance terminal 4, and the electrode finger crossover width of face of the surface acoustic wave filter elements 2 and 3 connected to the balanced terminal, and relation with bandwidth. Drawing 11 shows that wide band width of face is most obtained when a crossover width-of-face ratio is 2.0. Moreover, if the above-mentioned crossover width-of-face ratio exceeds 3.5, reduction in bandwidth will exceed 5% and the rate of an excellent article will fall.

[0114] Drawing 12 shows the relation of the value of the ratio of the electrode finger crossover width of face of the surface acoustic wave filter element 1 connected to the unbalance terminal 4, and the electrode finger crossover width of face in the surface acoustic wave filter elements 2 and 3 connected to the balanced terminals 5 and 6, and VSWR in a passband. When the above-mentioned crossover width-of-face ratio is 2.5, VSWR serves as best value, and to the case of 1.5 or less, VSWR gets worse remarkably, and it becomes a problem practically. Therefore, as for the above-mentioned electrode finger crossover width-of-face ratio, it is desirable to set it as the range of 1.5-3.5.

[0115] (The 2nd example) Drawing 13 is the top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 2nd example of this invention. In this example, three surface acoustic wave filter elements 11-13 are formed on the piezo-electric substrate which is not illustrated. In addition, as a piezo-electric substrate, it is LiTaO₃. Although proper piezo-

electric substrates, such as Xtal, can be used, at this example, it is 36-degreeY-X. LiTaO₃ It is used. the 1- about the 3rd fundamental structure and connection structure of the surface acoustic wave filter elements 1-13, since it is the same as that of the 1st example, explanation is omitted [part / same] by using explanation of the 1st example by ***** which attaches a considerable reference number.

[0116] the place where the surface acoustic wave filter equipment of the 2nd example differs from the surface acoustic wave filter equipment of the 1st example -- the 1- it is in the electrode structure in the 3rd surface acoustic wave filter element 11-13.

[0117] In addition, transmission phase characteristics differ 180 degrees of abbreviation, and the outside IDT of the 1st surface acoustic wave filter element 11, i.e., the electrical signal outputted from 2nd and 3rd IDT 11b and 11c, has the amplitude equal to the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element 12 and 13, and each surface acoustic wave filter elements 11 and 12 consist of this examples so that the electrical signal with which phases differ 180 degrees of abbreviation may be given, so that clearly from explanation of the below-mentioned actuation.

[0118] In this example, electrode finger crossover width of face W in IDT(s) 11a-11c is set to 52λ in the 1st surface acoustic wave filter element 11. In addition, λ shows the wavelength of a surface acoustic wave.

[0119] In the 1st surface acoustic wave filter element 11, each logarithm of an electrode finger [in / in the logarithm of the electrode finger of 1st IDT11a arranged in the center / 16 and Outside 11b and IDT 11c, i.e., the 2nd and 3rd IDT,] is 11. Moreover, wavelength λ_{da1} in IDT(s) 11a-11c is 4.2 micrometers. Moreover, the number of the electrode finger in Reflectors 11d and 11e is 120, and wavelength λ_{daR} is 4.3 micrometers. Moreover, the 1st spacing A1 between 1st IDT11a and 2nd IDT11b It is $1.77\lambda_{daR}$ and is the 2nd spacing B1 between 1st IDT11a and 3rd IDT11c. It is referred to as $2.27\lambda_{daR}$.

[0120] In the 2nd surface acoustic wave filter element 12, electrode finger

crossover width of face is 31λ , and each logarithm of an electrode finger [in / in the logarithm of the electrode finger of 1st IDT12a arranged in the center / 16 and Outside 12b and IDT 12c, i.e., the 2nd and 3rd IDT,] is 11. Moreover, wavelength λ in IDT(s) 12a-12c is 4.2 micrometers. Moreover, the number of the electrode finger in Reflectors 12d and 12e is 120, and wavelength λ_R is 4.3 micrometers. Moreover, spacing A2 between 1st IDT12a and 2nd IDT12b It is $1.77\lambda_R$ and is spacing B-2 between 1st IDT12a and 3rd IDT12c. It is referred to as $1.77\lambda_R$.

[0121] Moreover, the 3rd surface acoustic wave filter element 13 is constituted like the 2nd surface acoustic wave filter element 12. The input terminal 4 of the surface acoustic wave filter equipment of the 2nd example is used as an unbalanced input terminal, and the actuation in the case of using output terminals 5 and 6 as a balanced output terminal is explained.

[0122] When an electrical signal is inputted into an input terminal 4, a surface acoustic wave is excited by 1st IDT11a of the 1st surface acoustic wave filter element. This surface acoustic wave is spread in the direction where an electrode finger is prolonged, and the direction which intersects perpendicularly, and is reflected by Reflectors 11d and 11e, it interferes in the reflected surface acoustic wave with the surface acoustic wave excited, and a standing wave produces it between 11d of two reflectors, and 11e. When this standing wave arises, it becomes high resonance of Q very much, and the excited standing wave is received by IDT(s) 11b and 11c of an output side. Therefore, it is changed into an electric signal and the 1st surface acoustic wave filter element 11 operates as a filter.

[0123] In this case, although an output signal is determined by the physical relationship of the standing wave formed and IDT(s) 11b and 11c of an output side, phase relation can be reversed by shifting either of IDT(s) 11b and 11c only about 0.5 times of the wavelength λ of a surface acoustic wave. For a phase characteristic, the electrical signal outputted from IDT11b in the 2nd example and the electrical signal outputted from IDT11c are the 1st and 2nd

spacing A1 and B1 so that it may differ 180 degrees of abbreviation. It is set as mentioned above. Therefore, the amplitude is equal and the electrical signal with which 180 degrees of phases differ is given to the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element 12 and 13. Furthermore, the outputted signal is filtered by the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element 12 and 13, and the filtered signal is outputted to output terminals 5 and 6 as a balanced signal.

[0124] From the result of drawing 5 and drawing 6 which were mentioned above, it also sets in the 2nd example, and is the 1st spacing A1 between IDT11a and IDT11b. The 2nd spacing B1 between IDT11a and IDT11c It is guessed that what is necessary is just to set a difference as the range of 0.48λ - 0.525λ .

[0125] moreover, spacing between above-mentioned IDT-IDT -- $x(n / 2 + 1.22)\lambda$ -- $(n / 2 + 1.33)\lambda$ -- [-- however, n -- integer] of 0-4, and $x(n / 2 + 1.72)\lambda$ -- $(n / 2 + 1.83)\lambda$ -- [-- however, when n considers as combination with integer] of 0-4, degradation of unbalance is prevented and a broadband property is acquired.

[0126] Furthermore, IDT12a of a center [in / like the case of the 1st example / the 2nd surface acoustic wave filter element 12], 1st IDT13a of the center in the 1st spacing between 2nd and 3rd outside IDT 12b and 12c, and the 3rd surface acoustic wave filter element, If at least one electrode finger is inserted in the 2nd spacing between 2nd and 3rd outside IDT 13b and 13c and the electrode coverage in the field of the above-mentioned spacing is raised, the Leakey wave can be made to be mainly able to spread and an insertion loss can be reduced. In this example therefore, electrode coverage in the 1st and 2nd spacing of the above is made into 63%, and reduction of an insertion loss is achieved by it.

[0127] Moreover, in this example, the 1st and 2nd spacing differs and aggravation of amplitude unbalance is prevented by it. Moreover, the distance P from 1st IDT11a in the 1st surface acoustic wave filter element 11 to 11d of reflectors and distance Q2 from IDT11a to 1st reflector 11e It is made equal and the asymmetry of the excitation intensity distribution of the standing wave formed

in the 1st surface acoustic wave filter element of it is canceled. Therefore, reinforcement of the surface acoustic wave which IDT(s) 11b and 11c can receive is made equal, and aggravation of unbalance is controlled by it. In addition, distance P and Q says the distance between the core of an outermost electrode finger, and the core of the electrode finger by the side of the innermost [of Reflectors 11d and 11e] among the electrode fingers connected to the signal line of IDT11a, respectively.

[0128] (The 3rd example) Drawing 14 is the schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 3rd example. the 3rd example -- also setting -- the 1- the 3rd surface acoustic wave filter element 31-33 is formed on the piezo-electric substrate. Each surface acoustic wave filter elements 31-33 are constituted like the 2nd example. Therefore, about the same part as the 2nd example, it omits by using explanation of the 2nd example.

[0129] But in the 3rd example, the connection structure of the surface acoustic wave filter element 31 and the surface acoustic wave filter elements 32 and 33 differs from the 2nd example. namely, -- the 3rd example -- the 1- float connection of the outside IDT of the 3rd surface acoustic wave filter element 31-33, i.e., 31b, 31c, 32b, 32c, 33b, and 33c, is grounded and made.

[0130] More specifically, one sinking comb electrode of 2nd IDT31b of the 1st surface acoustic wave filter element 31 is connected to the one side edge of 2nd and 3rd IDT 32b and 32c of the 2nd surface acoustic wave filter element 32. On the other hand, the another side edge of IDT31b is connected to the another side edge of IDT(s) 32b and 32c of the 2nd surface acoustic wave filter element 32. Similarly, the 1st edge of 3rd IDT31c of the 1st surface acoustic wave filter element 31 is connected to the 1st edge of 2nd and 3rd IDT 33b and 33c of the 3rd surface acoustic wave filter element 33, and the 2nd edge of IDT31c is connected to the 2nd edge of IDT(s) 33b and 33c.

[0131] In addition, 31d, 31e, 32d, 32e, 33d, and 33e show a reflector. About other points, it is the same as that of the 2nd example. Therefore, also in the 3rd

surface acoustic wave filter equipment, it can be made to operate like the surface acoustic wave filter equipment of the 2nd example, and the same effectiveness is acquired. In addition, since it has the above-mentioned connection structure, the number of the bonding pads for touch-down can be lessened remarkable, the miniaturization of surface acoustic wave filter equipment can be advanced, and the parasitic capacitance which originates in connection wiring with a bonding pad and a bonding pad further can be reduced.

[0132] (The 4th example) Drawing 15 is the schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th example of this invention.

[0133] On the piezo-electric substrate which is not illustrated with the surface acoustic wave filter equipment of this example The 1st and 2nd surface acoustic wave filter element 41 and 42 is constituted. As a piezo-electric substrate, the piezo-electric substrate which consists of electrostrictive ceramics, a piezo-electric single crystal, etc. can be used, and it is 36-degreeY-X at this example. LiTaO₃ The substrate is used.

[0134] The 1st and 2nd surface acoustic wave filter element 41 and 42 is a resonator mold surface acoustic wave filter element which all has three IDT(s) 41a-41c, and 42a-42c.

[0135] Common connection of the 1st edge of 1st IDT41a of the center of the surface acoustic wave filter element 41 and the 1st edge of 1st IDT42a of the center of the 2nd surface acoustic wave filter element 42 is made, and they are connected to the input terminal 4.

[0136] Moreover, the 2nd edge of 1st IDT 41a and 42a is grounded. On the other hand, Outside 41b and IDT 41c, i.e., IDT(s), is connected to an output terminal 5, and Outside IDT, i.e., one edge of 2nd and 3rd IDT 42b and 42c, is connected to the output terminal 6. In addition, the another side edge of 2nd and 3rd IDT 41b, 41c, 42b, and 42c is grounded.

[0137] Moreover, Reflectors 41d, 41e, 42d, and 42e are arranged at the both sides of the field in which IDT(s) 41a-41c, and 42a-42c are prepared,

respectively. In this example, to the transmission phase characteristic of the 2nd surface acoustic wave filter element 42, if the transmission phase characteristic of the 1st surface acoustic wave filter element 41 is 180 degree ** of abbreviation, it is carried out.

[0138] Electrode finger crossover width of face W is set to 31λ , and, more specifically, the logarithm of the electrode finger of IDT41a is [the logarithm of 16 and the electrode finger of IDT(s) 41b and 41c of the 1st surface acoustic wave filter element 41] 11. Moreover, λ of IDT(s) 41a-41c is 4.2 micrometers, the number of the electrode finger of Reflectors 41d and 41e is 120, and wavelength λ_R in Reflectors 41d and 41e is set to 4.3 micrometers. And 1st spacing GI 1 between IDT41a, and IDT41b and 41c It is referred to as $1.75\lambda_R$.

[0139] At the 2nd surface acoustic wave filter element 42, it is the 2nd spacing GI 2 between IDT42a, and IDT42b and 42c. If it removes being referred to as $2.25\lambda_R$, it is constituted like the 1st surface acoustic wave filter element 41. As mentioned above, it is carried out if the 1st spacing and 2nd spacing are **, and with them, the 1st surface acoustic wave filter element 41 and the 2nd surface acoustic wave filter element 42 have the almost equal transmission amplitude characteristic, and the transmission phase characteristic changes 180 degrees of abbreviation.

[0140] The input terminal 4 of the surface acoustic wave filter equipment of this example is an unbalance terminal, this input terminal 4 is considered as an input, and the actuation at the time of using the balanced output terminals 5 and 6 as an output terminal is explained.

[0141] If an electrical signal is inputted into an input terminal 4, the signal of in phase and this amplitude will be impressed to the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element 41 and 42. This signal is impressed to IDT(s) 41a and 42a, and a surface wave is excited. This surface wave spreads in the direction where an electrode finger is prolonged, and the direction which intersects perpendicularly, and is reflected by Reflectors 41d, 41e, 42d, and 42e. Therefore,

the reflected surface acoustic wave is buffered with the surface acoustic wave excited, and a standing wave is formed between two reflectors 41d, 41e, or 42d and 42e. Therefore, it becomes high resonance of Q very much, and waves are received by IDT(s) 41b, 41c, 42b, and 42c connected to output terminals 5 and 6, and the excited standing wave is changed into an electric signal. An output signal is determined by the standing wave excited at this time, and the physical relationship of output sides 41b, 41c, 42b, and IDT 42c.

[0142] In this example, spacing between the 1st spacing between IDT41a in the surface acoustic wave filter element 41, and IDT41b and 41c, IDT42a in the 2nd surface acoustic wave filter element 42, and IDT42b and 42c is carried out, if only 0.50 times of the wavelength of a surface acoustic wave are **. Therefore, the phase has reversed the signal outputted from the 1st surface acoustic wave filter element 41, and the signal outputted from the 2nd surface acoustic wave filter element 42.

[0143] Therefore, the surface acoustic wave filter elements 41 and 42 have the property that 180 degrees of transmission phase characteristics differ, the amplitude is equal and the electrical signal with which 180 degrees of phases differ is drawn by the output terminals 5 and 6 which are balanced output terminals.

[0144] In addition, in this example, since it is the filter of the one-step configuration which used two surface acoustic wave filter elements 41 and 42, band interpolation close loss can be made very small. The filter shape of the surface acoustic wave equipment of the 4th example is shown in drawing 1616 . It turns out that the loss in a passband can be reduced so that clearly from drawing 16 .

[0145] Also in the 4th example, it can be said from the result of drawing 5 and drawing 6 that what is necessary is just to set the difference of the 1st spacing and the 2nd spacing as the range of 0.48λ - 0.525λ .

[0146] moreover, the 1st spacing and 2nd spacing -- $x(n / 2 + 1.22) \lambda$ -($n / 2 + 1.33$) $x\lambda$ -- [-- however, n with integer] of $0-4 (n / 2 + 1.72) x\lambda$ -($n /$

$2+1.83) \times \lambda$ -- [-- however, n is considering as combination with integer] of 0-4, and degradation of unbalance is prevented and it can do [acquiring a broadband property or].

[0147] Moreover, also in the 4th example, by inserting one or more electrode fingers in the 1st and 2nd spacing, and raising electrode coverage to it like the 1st example, the Leakey wave can be made to be mainly able to spread and excitation and propagation of SSBW can be controlled. Therefore, the surface acoustic wave filter equipment of low loss can be offered by making more preferably electrode coverage in the 1st and 2nd spacing into 63% or more 50% or more.

[0148] In this example, in the 2nd surface acoustic wave filter element 42, since the physical relationship of output sides 42b and IDT 42c is shifted only 0.5 times of the wavelength of a surface acoustic wave compared with the location of the output sides 41b and IDT 41c in the 1st surface acoustic wave filter element, phase relation is reversed as mentioned above.

[0149] Here, if spacing between 41d of two reflectors of the 1st surface acoustic wave filter element 41 and 41e differs from spacing between 42d of two reflectors of the 2nd surface acoustic wave filter element 42, and 42e, the intensity distribution of the standing wave in each component will change. Therefore, the resonance characteristic also changes and it is expected that the property as a filter also changes. Therefore, it is the spacing P1 between 41d of reflectors, and 41e preferably. 42d of reflectors, and spacing Q1 between 42e Abbreviation etc. can be spread and degradation of unbalance can be controlled by it.

[0150] in addition, although it is alike, it also sets in the 4th example and the grating mold reflector is illustrated about Reflectors 41d-42e, the reflector of other proper structures like the reflector using the reflection in a chip end face can be used, for example.

[0151] Moreover, the parasitic capacitance which the surface acoustic wave filter element 41 has, and the parasitic capacitance which the surface acoustic wave filter element 42 has will be shared by making common connection of IDT41a of

the center of the surface acoustic wave filter element 41, and the IDT42a of the center of the surface acoustic wave filter element 42 with the electrode pattern on a piezo-electric substrate, and connecting with the unbalanced input terminal 4. Therefore, unbalance is improved by it.

[0152] (The 5th example) The electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 5th example is shown in Fig. 17 with a schematic-drawing-top view.

[0153] Also in this example, two resonator mold surface acoustic wave filter elements are used like the 4th example. That is, the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element 51 and 52 is constituted on the piezo-electric substrate.

Moreover, in the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element 51 and 52, the float electrode fingers 53a-53d between central IDT(s) 51a and 52a and 2nd and 3rd outside IDT 51b, 51c, 52b, and 52c are inserted, respectively. IDT(s) 51a-51c and Reflectors 51d and 51e are constituted almost like IDT(s) 41a-41c of the surface acoustic wave filter element 41 of the 4th example, and Reflectors 45d and 45e. Moreover, the 2nd IDT(s) 52a-52c and Reflectors 52d and 52e of the surface acoustic wave filter element 52 are constituted almost like IDT(s) 42a-42c of the 2nd surface acoustic wave filter element 42 of the 4th example, and Reflectors 42d and 42e.

[0154] Like this example, the float electrode fingers 53a-53d may be formed independently of IDT, and electrode coverage of spacing between IDT(s) can be made into 50% or more by it.

[0155] (The 6th example) Drawing 18 is a schematic-drawing-top view for explaining the surface acoustic wave filter equipment concerning the 6th example. On the piezo-electric substrate which is not illustrated, one surface acoustic wave filter element 61 is constituted. As a piezo-electric substrate, it is 36-degreeY-X at this example. LiTaO₃ Although the substrate is used, it is LiTaO₃ of other cut **. A substrate and the piezo-electric substrate which consists of other piezoelectric material can be used suitably.

[0156] In the surface acoustic wave filter element 61, three IDT(s) 61a-61c are

formed along the surface wave propagation direction. Reflectors 61d and 61e are formed in the both sides of the field in which IDT(s) 61a-61c are formed.

[0157] The end of 1st central IDT61a is connected to the input terminal 4 which is an unbalanced input terminal in this example. The other end of IDT61a is grounded. The end of 2nd and 3rd outside IDT 61b and 61c is connected to the output terminals 5 and 6 which are balanced output terminals, and each other end is grounded. Although Reflectors 61d and 61e consist of grating mold reflectors, they may consist of other reflectors.

[0158] Electrode finger crossover width of face W of IDT(s) 61a-61c is set to 31λ , and each logarithm of 16 and the electrode finger of IDT(s) 61b and 61c is set to 11 for the logarithm of the electrode finger of IDT61a. Moreover, wavelength λ of the surface wave in IDT(s) 61a-61c is 4.2 micrometers.

[0159] The number of the electrode finger in Reflectors 61d and 61e is 120 each, and wavelength λ_R is 4.3 micrometers. The 1st spacing J1 between IDT61a and IDT61b is $1.75\lambda_R$ and is the 2nd spacing J2 between IDT61a and IDT61c. They are $2.25\lambda_R$.

[0160] With the surface acoustic wave filter equipment of this example, if an electrical signal is inputted into IDT61a from an input terminal 4, a standing wave will be formed between 61d of reflectors, and 61e like the case where they are the 1st - the 5th example. Very high resonance is obtained, waves are received by IDT(s) 61b and 61c by this standing wave, and the excited standing wave is taken out from output terminals 5 and 6.

[0161] Also in this example, an output signal is determined as the standing wave excited according to the physical relationship of output sides 61b and IDT 61c. In this example, since the 1st spacing between IDT61a and 61b differs from the 2nd spacing between IDT61a, IDT61a, and IDT61c only 0.50 times of the wavelength of a surface acoustic wave, the phase of the output signal of IDT(s) 61b and 61c is reversed.

[0162] Therefore, since the electrical signal outputted from IDT61b and the electrical signal outputted from IDT61c have the property that 180 degrees of

transmission phase characteristics differ, the electrical signal with which the amplitude is equal with an electrical signal and 180 degrees of phases differ from output terminals 5 and 6 is drawn.

[0163] Also in this example, the result of drawing 5 and drawing 6 shows that what is necessary is just to set the difference of the 1st and 2nd spacing as the range of 0.48λ - 0.525λ . moreover, spacing JI1 and JI2 between IDT(s) $x(n+1.22)\lambda$ - $(n+1.33)\lambda$ -- [-- however, n -- integer] of 0-4, and $x(n+0.72)\lambda$ - $(n+0.83)\lambda$ -- [-- however, when n considers as combination with integer] of 0-4, degradation of unbalance can be controlled and a broadband property is acquired.

[0164] Furthermore, in this example, it is supposed that the electrode finger by the side of the innermost [of IDT(s) 61b and 61c] is broad, and they are the spacing JI1 and JI2 between IDT(s) by it. Electrode coverage which can be set is set to 0.63. Therefore, spacing JI1 and JI2 between IDT(s) The propagation loss which can be set is made small. Therefore, aggravation of the amplitude unbalance by the 1st and 2nd spacing differing is prevented.

[0165] Moreover, by making equal distance P and Q from central IDT61a to Reflectors 61d and 61e, the asymmetry of the excitation intensity distribution of a standing wave is canceled, and aggravation of unbalance can be prevented.

[0166] (The 7th example) Drawing 19 is the schematic-drawing-top view of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 7th example of this invention. In the 7th example, the float electrode fingers 72 and 73 are arranged at 1st central IDT71a, the 2nd of an outside and 3rd IDT71b, and interval between 71c, respectively. It is constituted like the surface acoustic wave filter equipment of the 6th example by other points. It sets to this example as well as the surface acoustic wave filter equipment of the 6th example, and is each IDT(s) 71a-71c and 71d of reflectors. Since 71e is constituted, the same effectiveness as the surface acoustic wave filter equipment of the 6th example can be acquired.

[0167] Moreover, since the float electrode fingers 72 and 73 are formed, the electrode coverage in the 1st and 2nd spacing is raised, and a propagation loss

can be reduced. Electrode coverage is more preferably made into 63% or more 5% or more.

[0168] (The 8th example) Drawing 20 is a schematic-drawing-top view for explaining the surface acoustic wave filter equipment concerning the 8th example of this invention. On the piezo-electric substrate which is not illustrated, the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element 81 and 82 is constituted. The 1st and 2nd surface acoustic wave filter element 81 and 82 is constituted like the surface acoustic wave filter equipment of the 4th example. A different place between 1st IDT 81a and 82a of the center of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element 81 and 82, and an input terminal 4 In that the 1st surface acoustic wave resonator 83 is connected and a list, between 2nd and 3rd IDT 81b, 81c, 82b, and 82c of the outside of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element 81 and 82, and output terminals 5 and 6 Respectively, it is in the 1 terminal-pair surface acoustic wave resonators 84 and 85 being connected. In addition, 81d, 81e, 82d, and 82e show a reflector.

[0169] The surface acoustic wave resonator 83 of the above 1st has one IDT83a and the grating mold reflector (not shown) arranged at the both sides of one IDT. the electrode finger crossover width of face W of IDT83a of the 1st surface acoustic wave resonator 83 -- the logarithm of 20λ and an electrode finger -- N is 80, wavelength λ of IDT is 4.20 micrometers, and the number of the electrode finger of the reflector which is not illustrated is 120.

[0170] Moreover, the 2nd and 3rd 1 terminal-pair surface acoustic wave resonator 84 and 85 connected to output terminals 5 and 6 is constituted like the 1st surface acoustic wave resonator 83. this example -- above-mentioned the 1- since the 3rd surface acoustic wave resonator 83-85 is connected, as shown in drawing 21 , the magnitude of attenuation outside a passband can be enlarged compared with the 4th example. In addition, in drawing 21 , a continuous line shows the filter shape of the surface acoustic wave filter equipment of the 8th example, and a broken line shows the filter shape of the surface acoustic wave filter equipment of the 4th example.

[0171] (The 9th example) Drawing 22 is the schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 9th example. the surface acoustic wave filter equipment of the 9th example -- the 6th input side and output side of surface acoustic wave filter equipment of an example -- the 8th example -- the same -- the 1- it is equivalent to the structure which connected the 3rd surface acoustic wave resonator 93-95.

[0172] In addition, it is constituted by the surface acoustic wave filter element 91 almost like the surface acoustic wave filter element 61 of the 6th example.

Moreover, the 2nd and 3rd surface acoustic wave resonator 94 and 95 connected between the 1st surface acoustic wave resonator 93, and 2nd and 3rd IDT 91b and 91c and the output terminals 5 and 6 which are connected between input terminals 4 is constituted completely like the surface acoustic wave resonators 83-85 used in the 8th example. [1st central IDT91a, and]

[0173] this example -- also setting -- the 8th example -- the same -- the 1- since it connects between the input side of a surface acoustic wave filter element, and an input terminal, and between the output side of a surface acoustic wave resonator, and the output terminal, the 3rd surface acoustic wave resonator can increase the magnitude of attenuation [/ near the passband], especially the magnitude of attenuation by the side of a high region.

[0174] (The 10th example) Drawing 23 is the schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 10th example. This example is equivalent to the structure which connected the 4th surface acoustic wave resonator 101 between the 2nd surface acoustic wave resonator 84 and an output terminal 6 in the surface acoustic wave filter equipment of the 8th example. In other words, the 4th surface acoustic wave resonator 101 is connected to juxtaposition at output terminals 5 and 6. This 4th surface acoustic wave resonator 101 has one IDT and the grating mold reflector which is not illustrated although arranged at those both sides. As for 50 and wavelength λ_{IDT} of IDT, the logarithm of $15\lambda_{\text{IDT}}$ and an electrode finger is made [the 4th surface acoustic wave resonator 101] into 120 for the electrode

finger crossover width of face W of IDT, as for the number of 4.40 micrometers and the electrode finger of a reflector.

[0175] A ladder type filter circuit is constituted at balanced output terminal 5 and 6 side by connecting the 4th surface acoustic wave resonator 101 to the surface acoustic wave filter equipment of the 8th example according to this example. By locating the attenuation pole of this ladder type filter circuit in a low-pass [of the passband of a surface acoustic wave filter], and high region side, the magnitude of attenuation can be enlarged further and selectivity can be raised.

[0176] Moreover, since the above-mentioned surface acoustic wave resonator 101 is connected in the form of mediation between the balanced output terminal 5 and 6, the effect on the balanced terminals 5 and 6 is equal, and offsets the aggravation factor of unbalance. Therefore, increase of the magnitude of attenuation outside a passband can be aimed at, without worsening unbalance.

[0177] Although only the electrode structure currently formed on the piezo-electric substrate was shown, the surface acoustic wave filter equipment concerning this invention can consist of explanation of the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st - the 10th example as chip mold surface acoustic wave filter equipment by adopting various package structures.

[0178] The 11th example is related with the surface acoustic wave filter equipment as components built in such a package. As shown in drawing 24 , the surface acoustic wave filter element according to this invention is constituted by forming a predetermined electrode on the piezo-electric substrate 102. This surface acoustic wave filter element is contained by the package 103 which has crevice 103a.

[0179] In this example, the piezo-electric substrate 102 which constitutes a surface acoustic wave filter element has a rectangle tabular configuration, and has the symmetry axis X passing through a core. On the other hand, a package 103 is also a rectangle and a flat-surface configuration has the symmetry axis Y passing through a core. In this example, the piezo-electric substrate 102 is fixed in a package 103 so that the axis of symmetry X of the piezo-electric substrate

102 and the axis of symmetry Y of a package 103 may be in agreement. Furthermore, although illustration is omitted in drawing 24 , a surface acoustic wave filter element and the electrode pad prepared on the package 103 are connected by the bonding wire. Also about this electrode pad and bonding wire, it is arranged to the above-mentioned symmetry axes X and Y at axial symmetry.

[0180] As mentioned above, by making in agreement the axis of symmetry X of the piezo-electric substrate 102, and the axis of symmetry Y of a package 103, the value of the electric merit of wiring on the surface acoustic wave filter connected to each terminal of a balanced output terminal or parasitic capacitance can be made equal, and aggravation of unbalance can be controlled.

[0181] Moreover, by considering as the structure of axial symmetry to an axis of symmetry Y through the core of a package, the value of the electric merit and parasitic capacitance which wiring in the package connected to a balanced terminal has can be made equal, and aggravation of unbalance can be controlled also by it. Therefore, the factor which worsens unbalance can be made very small and the surface acoustic wave filter equipment which has balanced - unbalance conversion function excellent in unbalance as a result can be offered.

[0182] Furthermore, it is ** to arrangement of an electrode pad or wirebonding as mentioned above. Even if it is, unbalance can be further raised by considering as axial symmetry about symmetry axes X and Y.

[0183] In addition, also when it replaces with wirebonding and bump bonding performs electrical installation, the same effectiveness is acquired by arranging a bump bonding location to axial symmetry. As compared with wirebonding which especially changes wire length with the arrangement location of a chip by bump bonding, unbalance becomes good.

[0184] Drawing 25 is the typical top view showing the surface acoustic wave filter with which the unbalance-balanced type surface acoustic wave filter with which frequencies differ is formed on the same piezo-electricity substrate as the 12th example of this invention. This surface acoustic wave filter 111 has the structure which has arranged the same surface acoustic wave filter equipment 113,114 as

the surface acoustic wave filter equipment shown on the same piezo-electricity substrate 112 at drawing 20 . In this case, the unbalance-balanced type surface acoustic wave filter equipment 113,114 with which frequencies differ as mentioned above by forming surface acoustic wave filter equipment 114 as a band-pass filter of a 1900MHz band as a band-pass filter of a 900MHz band and whose number is two can be constituted for surface acoustic wave filter equipment 113 using the same piezo-electricity substrate 112, and the miniaturization of a band-pass filter can be attained.

[0185] In addition, although connection with the electrode pattern connected with the electrode pad on a piezo-electric substrate at the electrode pattern and ground potential of the shape of a package which is not illustrated is made by the bonding wire in drawing 25 , you may connect electrically by approaches other than a bonding wire.

[0186] Drawing 26 is the outline block diagram in the transmitter using the surface acoustic wave filter equipment 111 shown in drawing 25 showing an antenna common machine. Here, common connection of the input edge of surface acoustic wave filter equipment 113,114 is made at Antenna ANT. And let the outgoing ends of surface acoustic wave filter equipment 113,114 be the transmitting-side outgoing end Tx and the receiving-side outgoing end Rx, respectively.

[0187] In addition, although the filter with which frequencies differ consisted of drawing 25 using the same piezo-electric substrate 112, as shown in drawing 27 , the surface acoustic wave filter equipment 113,114 with which frequencies differ may be constituted using different piezo-electric substrates 112a and 112b, respectively. Here, the surface acoustic wave filter equipment 113,114 constituted using different piezo-electric substrates 112a and 112b is contained in a package 116, respectively.

[0188] Drawing 30 -32 are each bottom view for explaining the example of further others of the surface acoustic wave filter equipment concerning this invention, respectively. The surface acoustic wave filter equipment 301 shown in drawing

30 has the case material 302 currently illustrated. The case material 302 is a tabular case substrate in this example, and the surface acoustic wave filter equipment applied to this invention with a flip-chip-bonding method of construction is carried in the field of the side which is not illustrated.

[0189] One external input terminal 303 for connecting with surface acoustic wave filter equipment electrically, and connecting with the exterior electrically and two external output terminals 304,305 are formed in inferior-surface-of-tongue 302a of the above-mentioned case material 302. In this case, the external input terminal 303 is connected to the unbalance signal terminal of surface acoustic wave filter equipment, and the external output terminal 304,305 is electrically connected to the balanced signal terminal of the pair of surface acoustic wave filter equipment. In this example, two external output terminals 304,305 are arranged to the external input terminal 303 at the approximate line symmetry through the symmetry axis shown with the broken line of illustration. Thus, unbalance is raised by arranging two external output terminals 304,305 to the approximate line symmetry to the external input terminal 303.

[0190] In addition, between two external output terminals 304,305, preferably, the grounding terminal 306 is arranged and unbalance is further raised in the center by it. Moreover, the grounding terminal 307,308 is preferably arranged in the center between the external input terminal 303 and the external output terminal 305 between the external input terminal 303 and the external output terminal 304, respectively, and it is supposed that it is possible to control a part for the direct achievement between external I/O terminals by it.

[0191] In the surface acoustic wave filter equipment 311 shown in drawing 31 , the external output terminal 314,315 is similarly arranged to the external input terminal 313 at the approximate line symmetry. Therefore, unbalance can be raised like the surface acoustic wave filter equipment 301 shown in drawing 30 . Here, the grounding terminal 316,317 is arranged between the external input terminal 313 and the external output terminal 314,315, and control for direct achievement between input/output terminals is achieved by it.

[0192] In addition, although the tabular case material 302,312 is used, the configuration of case material may not be limited to this, but case material may be constituted from drawing 30 and 31 by the package which seals surface acoustic wave filter equipment.

[0193] Moreover, the inferior surface of tongue of the piezo-electric substrate 322 is shown by the surface acoustic wave filter equipment 321 shown in drawing 32 . The surface acoustic wave filter element is constituted at the top-face side of this piezo-electric substrate 322. The external input terminal 323 which is electrically connected to a surface acoustic wave filter element, and is used as an unbalance signal terminal is formed in the inferior surface of tongue of the piezo-electric substrate 322 with the electric conduction film. Moreover, two external output terminals 324,325 used as a balanced signal terminal are formed so that it may be located in the approximate line symmetry to the external input terminal 323. Also in surface acoustic wave filter equipment 321, the grounding terminal 326 is arranged in the center between two external output terminals 324,325, and unbalance is further raised by it. Moreover, between the external input terminal 323 and the external output terminal 324 and between the external input terminal 323 and the external output terminal 325, the grounding terminal 327,328 is arranged and control for direct achievement is achieved, respectively.

[0194] Drawing 33 is each outline block diagram for explaining the transmitter 160 using the surface acoustic wave equipment concerning this invention. The duplexer 162 is connected to the antenna 161 in drawing 33 . The surface acoustic wave filter 164 and amplifier 165 which constitute RF stage between a duplexer 162 and the receiving-side mixer 163 are connected. Furthermore, the surface wave filter 169 of IF stage is connected to the mixer 163. Moreover, between the duplexer 162 and the mixer 166 of a transmitting side, the amplifier 167 and the surface acoustic wave filter 168 which constitute RF stage are connected.

[0195] The surface acoustic wave equipment constituted according to this invention as a surface wave filter 164,168 in the above-mentioned transmitter

160 can be used suitably.

[0196]

[Effect of the Invention] According to the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st invention, the transmission amplitude characteristic in the band of the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element is carrying out abbreviation coincidence. It is constituted so that transmission phase characteristics may differ 180 degrees of abbreviation. At least one IDT of the 2nd surface acoustic wave filter element, Since it connects with at least one IDT of the 1st surface acoustic wave filter element, at least one IDT of the 3rd surface acoustic wave filter element The surface acoustic wave filter equipment which has balanced - unbalance conversion function can be constituted by using as a balanced terminal the terminal by which the terminal connected to the 1st surface acoustic wave filter element is connected to the unbalance terminal, 2nd, and 3rd surface acoustic wave filter element. In this case, according to the 1st invention, balanced - unbalance conversion function is realized by using three surface acoustic wave filter elements to having needed four surface acoustic wave filter elements conventionally. Therefore, the miniaturization of surface acoustic wave filter equipment which has balanced - unbalance conversion function, and reduction of cost can be achieved.

[0197] Moreover, since the number of surface acoustic wave filter elements can be reduced, parasitic capacitance can be reduced and it is hard to produce degradation of unbalance by it. Therefore, broadband-izing is also easy.

[0198] With the surface acoustic wave filter equipment concerning the 2nd invention The transmission amplitude characteristic in the band of the 2nd and 3rd surface acoustic wave filter element carries out abbreviation coincidence. It is constituted so that transmission phase characteristics may differ 180 degrees of abbreviation. The 2nd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element Since it connects with the 2nd surface acoustic wave filter element and the 3rd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element is connected to IDT of the 3rd surface acoustic wave filter element The surface acoustic wave filter equipment which

has balanced - unbalance conversion function can be constituted by using as a balanced terminal the terminal by which the terminal connected to the 1st surface acoustic wave filter element is connected to the unbalance terminal, 2nd, and 3rd surface acoustic wave filter element. In this case, according to the 2nd invention, balanced - unbalance conversion function is realized by using three surface acoustic wave filter elements to having needed four surface acoustic wave filter elements conventionally. Therefore, the miniaturization of surface acoustic wave filter equipment which has balanced - unbalance conversion function, and reduction of cost can be achieved.

[0199] Moreover, since the number of surface acoustic wave filter elements can be reduced, parasitic capacitance can be reduced and it is hard to produce degradation of unbalance by it. Therefore, broadband-izing is also easy.

[0200] In the surface acoustic wave filter equipment concerning the 2nd invention, when the 1st spacing and 2nd spacing are constituted 0.48λ - 0.525λ So that it may differ, unbalance of 1.5dB or less and a phase can be made into 20 degrees or less for the unbalance of the amplitude, and degradation of unbalance can be prevented certainly.

[0201] When the 1st spacing and 2nd spacing fill a formula 1 and a formula 2, they can obtain sufficient bandwidth and can control degradation of unbalance, respectively. Furthermore, in the surface acoustic wave filter equipment concerning the 2nd invention, when the 1st and 2nd spacing is chosen so that a formula 3 and a formula 4 may be filled, even if it takes into consideration the frequency drift by the temperature change, sufficient bandwidth can be obtained and aggravation of unbalance can be controlled.

[0202] Furthermore, when 1.72λ - 1.83λ , and the 2nd spacing are in the range of 2.22λ - 2.33λ about the 1st spacing, aggravation of unbalance can be controlled more certainly and bandwidth can be made into sufficient size.

[0203] It sets to the surface acoustic wave filter equipment concerning the 2nd invention, and is LiTaO₃. LiTaO₃ which is rotating the single crystal from the Y-

axis in 36-44 degrees to Z shaft orientations focusing on the X-axis A substrate is used. When electrode coverage in spacing in which at least one electrode finger is inserted in at least one spacing among the 1st and 2nd spacing, and this electrode finger was inserted is made into 50% or more, the Leakey wave spreads around and can aim at reduction of an insertion loss by it. Especially, when electrode coverage is 63% or more, an insertion loss can be reduced further.

[0204] In the surface acoustic wave filter equipment concerning the 2nd invention, when [on which spacing between the 1st reflector and the 2nd reflector spreads spacing of the 3rd reflector and the 4th reflector, abbreviation, etc.] carried out, the filter shape of the 2nd surface acoustic wave filter element and the 3rd surface acoustic wave filter element becomes almost equal, and can control degradation of unbalance more certainly.

[0205] With the surface acoustic wave filter equipment concerning the 3rd invention It has the 3rd surface acoustic wave filter element, and the 2nd surface acoustic wave filter element is connected to the 2nd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element. the 1- The 3rd surface acoustic wave filter element is connected to the 3rd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element. The 2nd IDT of the 1st surface acoustic wave filter element, Since about 180 degrees of phase contrast over the 3rd input or output of IDT differ in a passband The surface acoustic wave filter equipment which has balanced - unbalance conversion function can be constituted by using as a balanced terminal the terminal by which the terminal connected to the 1st surface acoustic wave filter element is connected to the unbalance terminal, 2nd, and 3rd surface acoustic wave filter element. In this case, according to the 3rd invention, balanced - unbalance conversion function is realized by using three surface acoustic wave filter elements to having needed four surface acoustic wave filter elements conventionally. Therefore, the miniaturization of surface acoustic wave filter equipment which has balanced - unbalance conversion function, and reduction of cost can be achieved.

[0206] Moreover, since the number of surface acoustic wave filter elements can be reduced, parasitic capacitance can be reduced and it is hard to produce degradation of unbalance by it. Therefore, broadband-izing is also easy.

[0207] In the surface acoustic wave filter equipment concerning the 3rd invention, when only $.048\lambda - 0.525\lambda$ differs, the 1st and 2nd spacing can make unbalance of 1.5dB or less and a phase 20 degrees or less for the unbalance of the amplitude, and can prevent degradation of unbalance certainly.

[0208] In the surface acoustic wave filter equipment concerning the 3rd invention, when the 1st and 2nd spacing fills formulas 1 and 2, sufficient bandwidth can be obtained and degradation of unbalance can be controlled.

[0209] In the 3rd invention, when the 1st and 2nd spacing fills formulas 3 and 4, even if it takes into consideration the frequency drift by the temperature change, sufficient bandwidth can be obtained and aggravation of unbalance can be controlled.

[0210] When the 1st spacing is in the range of $1.72\lambda - 1.88\lambda$ and the 2nd spacing is in the range of $2.22\lambda - 2.33\lambda$, aggravation of unbalance can be controlled more certainly and bandwidth can be made into sufficient size.

[0211] In the surface acoustic wave filter equipment concerning the 3rd invention, when distance from the core of the 1st IDT to the 1st reflector and distance from the core of the 1st IDT to the 2nd reflector are made equal, degradation of unbalance can be controlled more certainly.

[0212] every from which the electrode finger crossover width of face of IDT which constitutes the 1st surface acoustic wave filter element constitutes the 2nd surface acoustic wave filter element and the 3rd surface acoustic wave filter element in the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1-3rd invention -- when it is in the 1.5 to 3.5 times as much range as the electrode finger crossover width of face of IDT, aggravation of the VSWR value in a passband can be controlled.

[0213] With the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th invention The transmission characteristic in the passband of the 2nd surface

acoustic wave filter element is carrying out abbreviation coincidence with the transmission amplitude characteristic of the 1st surface acoustic wave filter element. It is constituted so that transmission phase characteristics may differ the 1st surface acoustic wave filter element and 180 degrees of abbreviation. One terminal of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter element is electrically connected to juxtaposition. Since the terminal by which the terminal which the other-end child is electrically connected to the serial, and is connected to juxtaposition is connected to the unbalance terminal and the serial constitutes the balanced terminal, balanced - unbalance conversion function is realized like the surface acoustic wave filter equipment concerning the 1st - the 3rd invention. And since it is constituted using two surface acoustic wave filter elements, a miniaturization and low cost-ization can be achieved further.

[0214] Moreover, in the surface acoustic wave filter element concerning the 4th invention, when the 1st and 2nd spacing 0.48λ - 0.525λ Differs, unbalance of 1.5dB or less and a phase can be made into 20 degrees or less for the unbalance of the amplitude, and degradation of unbalance can be prevented certainly.

[0215] In the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th invention, when the 1st and 2nd spacing fills formulas 1 and 2, it can obtain sufficient bandwidth and can control degradation of unbalance.

[0216] Moreover, when the 1st and 2nd spacing fills formulas 3 and 4, even if it takes into consideration the frequency drift by the temperature change, sufficient bandwidth can be obtained and aggravation of unbalance can be controlled.

[0217] Moreover, in the 4th invention, when the 1st spacing is in the range of 1.72λ - 1.88λ and the 2nd spacing is in the range of 2.22λ - 2.33λ , aggravation of unbalance can be controlled more certainly and bandwidth can be made into sufficient size.

[0218] It also sets to the 4th invention and a piezo-electric substrate is LiTaO₃. LiTaO₃ which is rotating the single crystal from the Y-axis in 36-44 degrees to Z shaft orientations focusing on the X-axis A substrate is used. When electrode

coverage in spacing in which at least one electrode finger is inserted in at least one spacing among the 1st and 2nd spacing, and this electrode finger was inserted is made into 50% or more, the Leakey wave spreads around and can aim at reduction of an insertion loss by it. Especially, when electrode coverage is 63% or more, an insertion loss can be reduced further.

[0219] In the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th invention, when [on which spacing between the 1st reflector and the 2nd reflector spreads spacing of the 3rd reflector and the 4th reflector, abbreviation, etc.] carried out, the filter shape of the 2nd surface acoustic wave filter element and the 3rd surface acoustic wave filter element becomes almost equal, and can control degradation of unbalance more certainly.

[0220] In the surface acoustic wave filter equipment concerning the 4th invention, when the terminal connected to the unbalance side of the 1st surface acoustic wave filter element and the terminal connected to the unbalance side of the 2nd surface acoustic wave filter element are connected by the electrode pattern on the piezo-electric substrate, reduction of parasitic capacitance can be aimed at and much more reduction of an insertion loss can be aimed at by it.

[0221] The surface acoustic wave filter equipment concerning the 5th invention It has one surface acoustic wave filter element which has the 1st - the 3rd IDT. The 1st spacing between 1st and 2nd IDT, Since the 2nd spacing between 1st and 3rd IDT fills formulas 1 and 2, the 1st IDT constitutes an unbalance terminal and the 2nd and 3rd IDT is connected to the balanced terminal, the surface acoustic wave filter equipment which has balanced - unbalance conversion function can be constituted. In this case, according to the 5th invention, balanced - unbalance conversion function is realized by using one surface acoustic wave filter element to having needed four surface acoustic wave filter elements conventionally. Therefore, the miniaturization of surface acoustic wave filter equipment which has balanced - unbalance conversion function, and reduction of cost can be achieved.

[0222] Moreover, since the number of surface acoustic wave filter elements can

be reduced, parasitic capacitance can be reduced and it is hard to produce degradation of unbalance by it. Therefore, broadband-izing is also easy.

[0223] Moreover, also in the 5th invention, since the 1st and 2nd spacing is made into the above-mentioned specific range, like the 1st invention, sufficient bandwidth can be realized and unbalance is also improved.

[0224] In the surface acoustic wave filter equipment concerning the 5th invention, at least one float electrode finger is inserted in the 1st and 2nd spacing, and when electrode coverage in this field is made into 50% or more, reduction of an insertion loss can be aimed at.

[0225] Especially, when the above-mentioned electrode coverage is 63% or more, an insertion loss can be reduced further. In this invention, when the surface acoustic wave resonator is connected to the serial at the unbalance terminal side, the magnitude of attenuation outside a passband can be improved.

[0226] Similarly, the magnitude of attenuation out of band is improvable by connecting a surface acoustic wave resonator to each terminal by the side of a balanced terminal at a serial, respectively. Moreover, when it has the surface acoustic wave filter of ladder mold circuitry concatenated at the balanced terminal side, the magnitude of attenuation and selectivity can be further raised by arranging the attenuation pole of this ladder mold surface acoustic wave filter to a low-pass [of a passband], and high region side. Furthermore, the magnitude of attenuation outside a passband can be expanded, without being able to make each effect of a balanced terminal equal, and worsening unbalance by the surface acoustic wave resonator connected to juxtaposition between balanced terminals.

[0227] In the surface acoustic wave equipment concerning this invention, in the structure which contained in the package the chip with which the surface acoustic wave filter element is constituted, when at least one of the electrode pattern formed on the piezo-electric substrate, a package, and the current carrying parts has the structure of the approximate line symmetry, aggravation of unbalance can be controlled by it.

[0228] When at least two of an electrode pattern, a package, and current carrying parts are especially made into the approximate line symmetry to the same symmetry axis, aggravation of unbalance can be controlled further.

[0229] furthermore, with the surface acoustic wave filter equipment concerning this invention It has the case material by which the chip with which the surface acoustic wave filter element is constituted is carried by flip chip bonding on a piezo-electric substrate. To this case material One external input terminal or an external output terminal, Two external output terminals or an external input terminal is prepared, and one external input terminal or an external output terminal is received. When two external output terminals or an external input terminal is arranged at the approximate line symmetry, or when being arranged electrically at the symmetry, unbalance can be raised further.

[0230] Moreover, in the surface acoustic wave filter equipment concerning this invention, when at least one grounding terminal is arranged between the above-mentioned external input terminal and the external output terminal, control for direct achievement between input/output terminals can be aimed at. Furthermore, when at least one grounding terminal is arranged between the two above-mentioned external output terminals or external input terminals, it can also raise unbalance.

[0231] Furthermore, the surface wave filter equipment concerning this invention can be used for the communication device which has a common machine and this common machine as mentioned above, and it can attain the miniaturization of a common machine or a communication device.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 1st example.

[Drawing 2] Drawing showing the filter shape of the surface acoustic wave filter equipment of the 1st example, and the surface acoustic wave filter equipment of the conventional example.

[Drawing 3] Drawing showing the VSWR property by the side of the unbalance terminal in the 1st surface acoustic wave filter equipment and conventional surface acoustic wave filter equipment of an example.

[Drawing 4] Drawing showing the 1st example and the VSWR property by the side of the balanced terminal of conventional surface acoustic wave filter equipment.

[Drawing 5] Drawing showing the relation between spacing between adjacent IDT(s), and amplitude unbalance.

[Drawing 6] Drawing showing the relation between spacing between adjacent IDT(s), and phase unbalance.

[Drawing 7] Drawing showing the relation between spacing between adjacent IDT(s), and bandwidth.

[Drawing 8] Drawing showing the relation between spacing between adjacent IDT(s), and band interpolation close loss.

[Drawing 9] Drawing showing the relation between spacing between adjacent IDT(s), and amplitude unbalance.

[Drawing 10] Drawing showing the relation between spacing between adjacent

IDT(s), and phase unbalance.

[Drawing 11] Drawing showing the relation between an electrode finger crossover width-of-face ratio and the bandwidth which has the 4.0dB magnitude of attenuation.

[Drawing 12] Drawing showing relation with VSWR with an electrode finger crossover width-of-face ratio.

[Drawing 13] The schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 2nd example of this invention.

[Drawing 14] The schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 3rd example of this invention.

[Drawing 15] The schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 4th example of this invention.

[Drawing 16] Drawing showing the filter shape of the surface acoustic wave filter equipment of the 4th example.

[Drawing 17] The schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 5th example of this invention.

[Drawing 18] The schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 6th example of this invention.

[Drawing 19] The schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 7th example of this invention.

[Drawing 20] The schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 8th example of this invention.

[Drawing 21] Drawing showing the filter shape of each surface acoustic wave filter equipment of the 4th example and the 8th example.

[Drawing 22] The schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 9th example of this invention.

[Drawing 23] The schematic-drawing-top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter equipment of the 10th example of this invention.

[Drawing 24] The decomposition perspective view for explaining the surface acoustic wave filter equipment of the 11th example of this invention.

[Drawing 25] The typical top view for explaining the surface acoustic wave filter equipment concerning the 12th example of this invention.

[Drawing 26] The outline block diagram for explaining the antenna common machine constituted using the surface acoustic wave filter equipment concerning the 12th example.

[Drawing 27] The outline block diagram for explaining the surface acoustic wave filter equipment concerning the modification of the 12th example.

[Drawing 28] The schematic-drawing-top view for explaining an example of conventional surface acoustic wave filter equipment.

[Drawing 29] The schematic-drawing-top view showing other examples of conventional surface acoustic wave filter equipment.

[Drawing 30] It is drawing for explaining other examples of the surface acoustic wave filter equipment concerning this invention, and is the bottom view of case material.

[Drawing 31] It is drawing for explaining the example of further others of the surface acoustic wave filter equipment of this invention, and is the bottom view of case material.

[Drawing 32] It is drawing for explaining other examples of the surface acoustic wave filter equipment concerning this invention, and is the bottom view of a piezo-electric substrate.

[Drawing 33] The outline block diagram for explaining the transmitter with which the surface acoustic wave equipment concerning this invention is used.

[Description of Notations]

1 - 3 -- the 1- the 3rd surface acoustic wave filter element

1a, 2a, 3a -- The 1st IDT

1b, 2b, 3b -- The 2nd IDT

1c, 2c, 3c -- The 3rd IDT

1d, 1e-3d, 3e -- Reflector

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

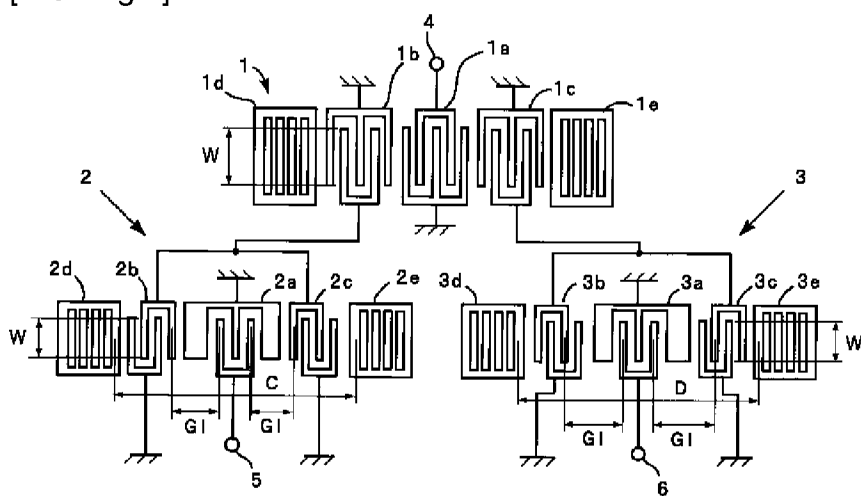
1. This document has been translated by computer. So the translation may not
reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

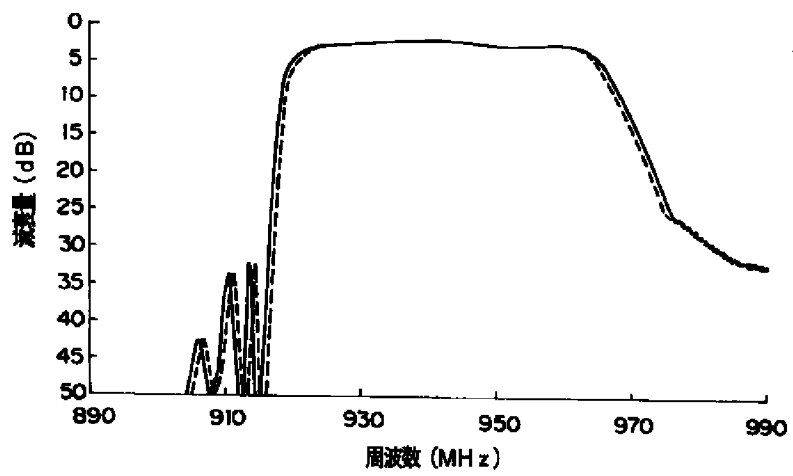
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

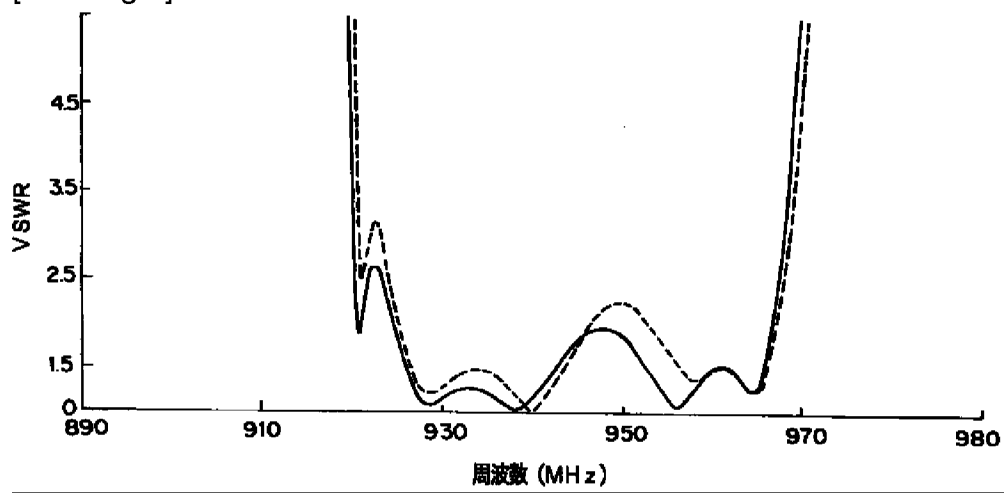
[Drawing 1]



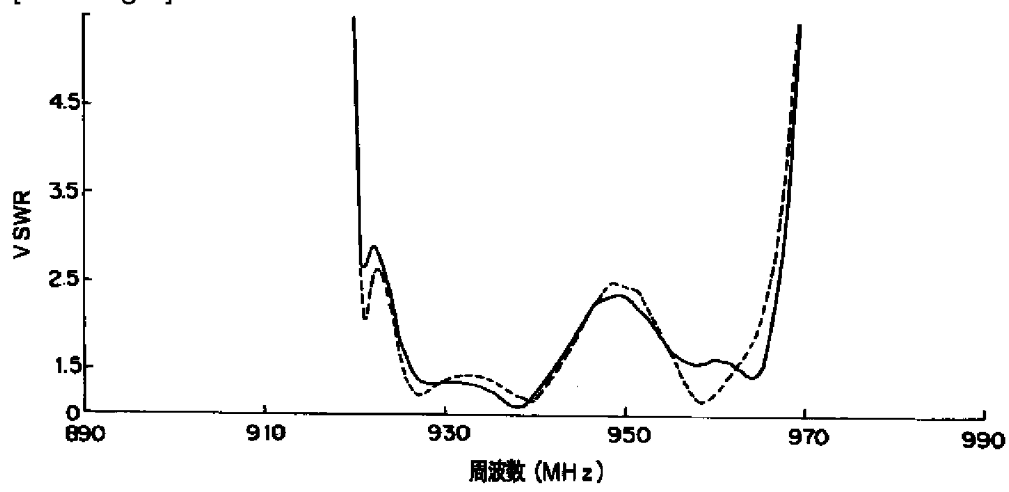
[Drawing 2]



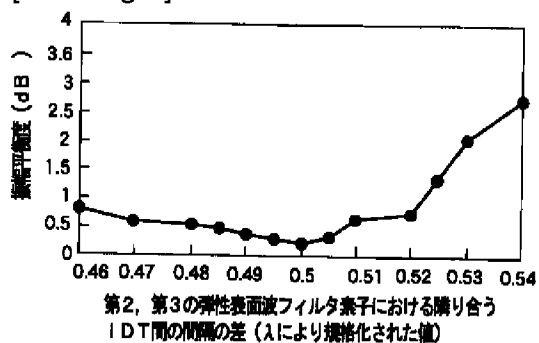
[Drawing 3]



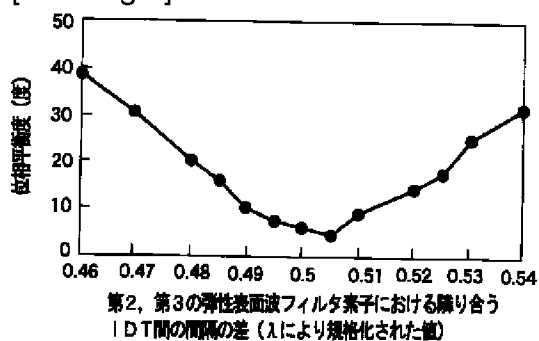
[Drawing 4]



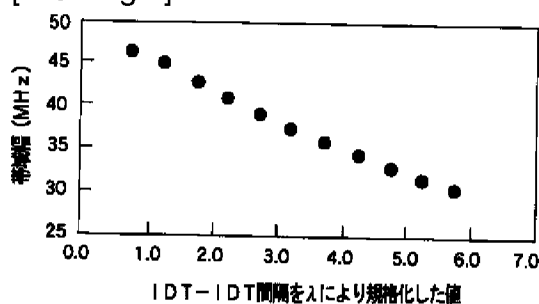
[Drawing 5]



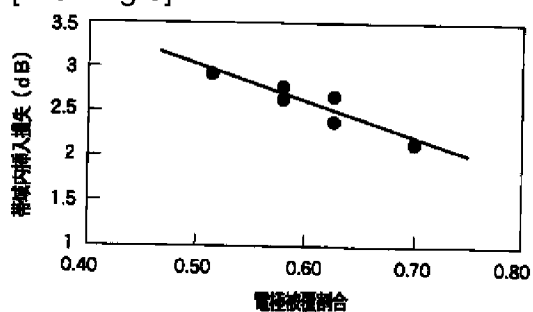
[Drawing 6]



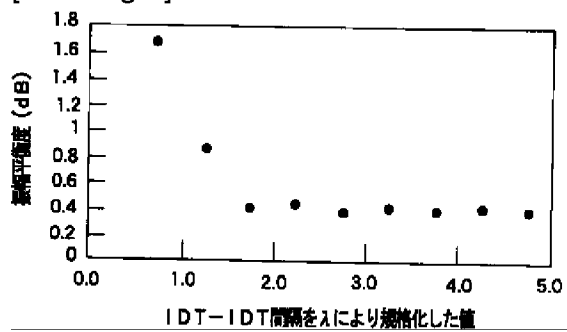
[Drawing 7]



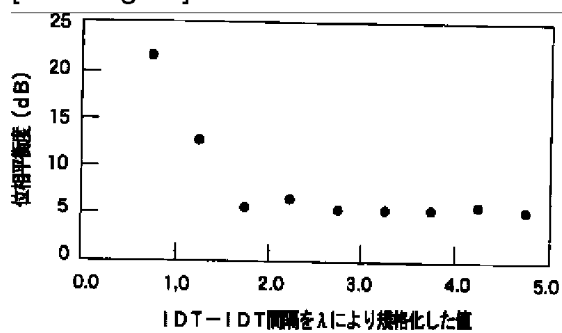
[Drawing 8]



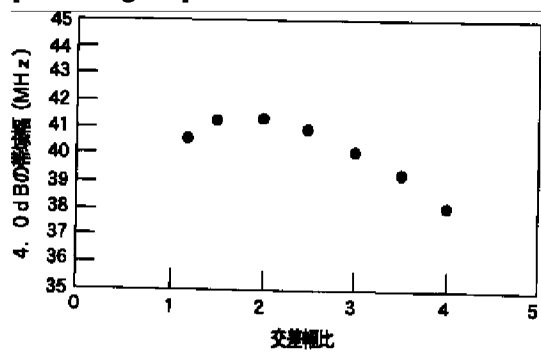
[Drawing 9]



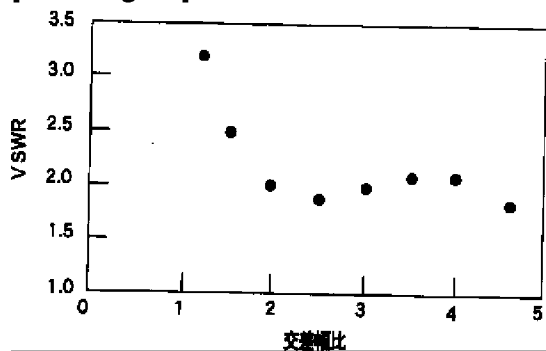
[Drawing 10]



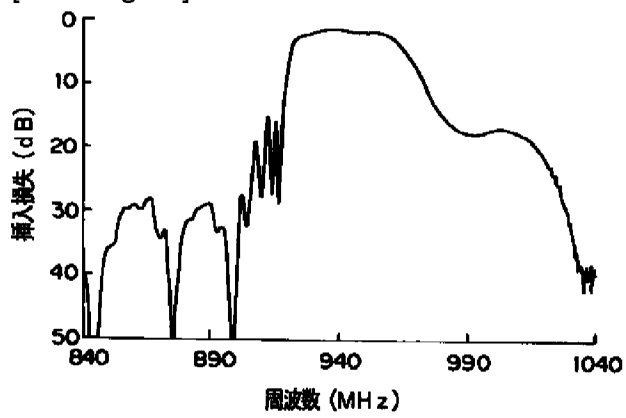
[Drawing 11]



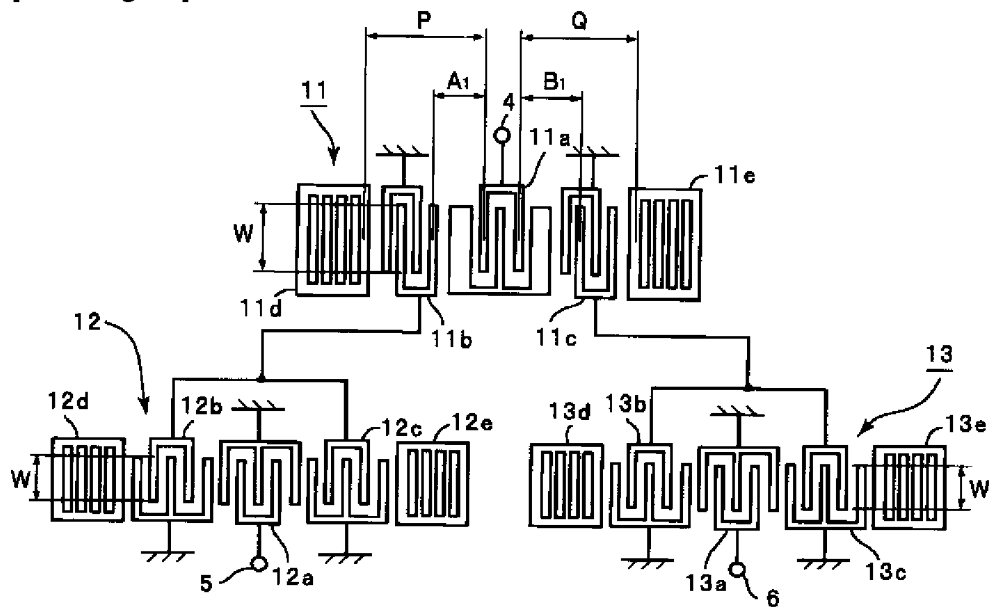
[Drawing 12]



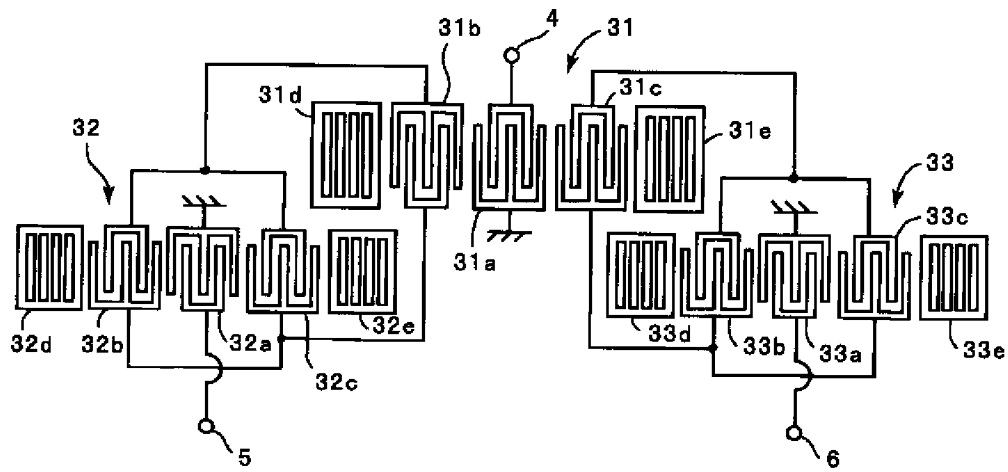
[Drawing 16]



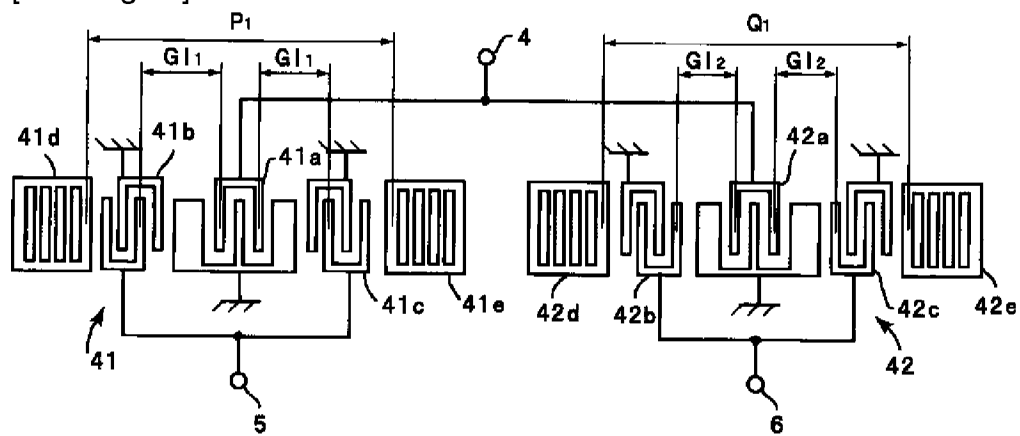
[Drawing 13]



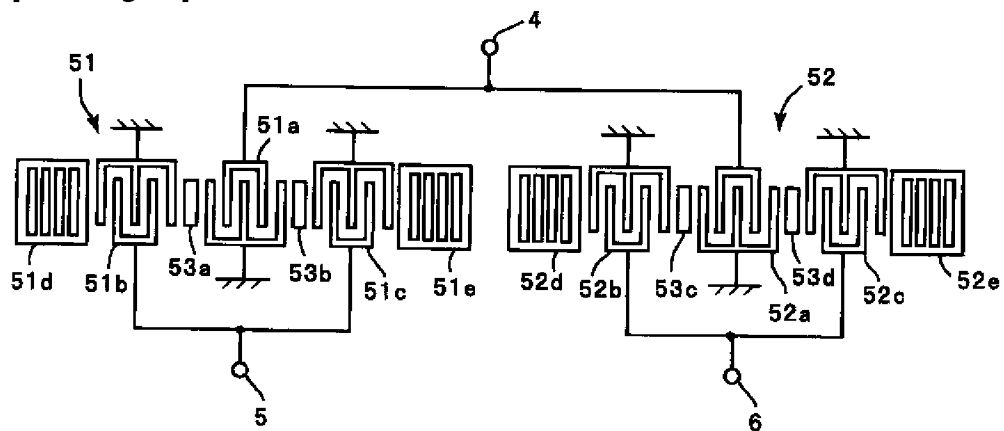
[Drawing 14]



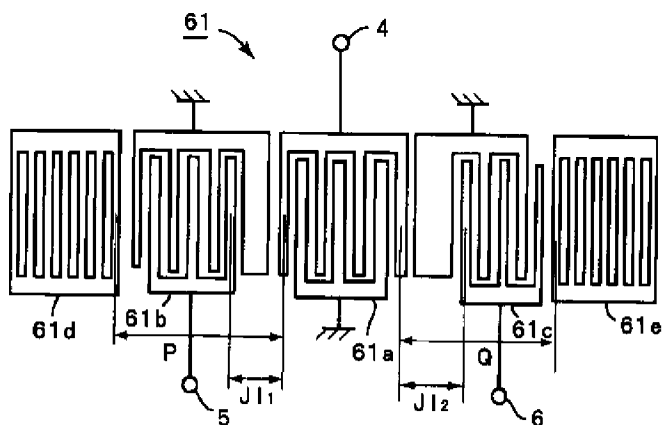
[Drawing 15]



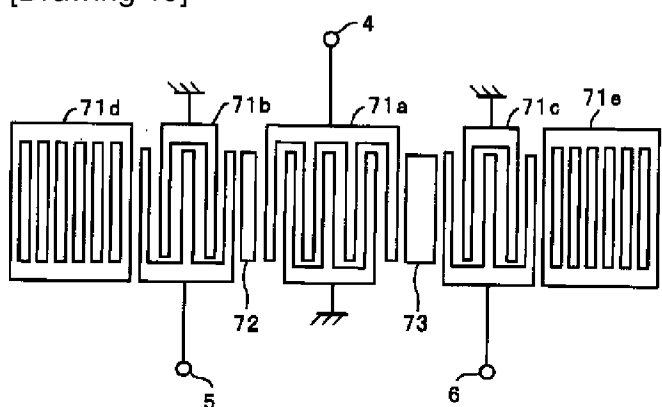
[Drawing 17]



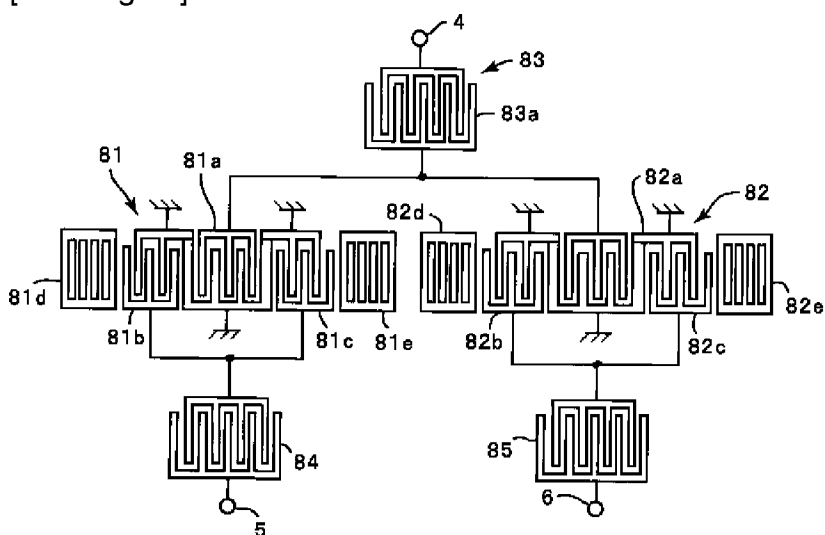
[Drawing 18]



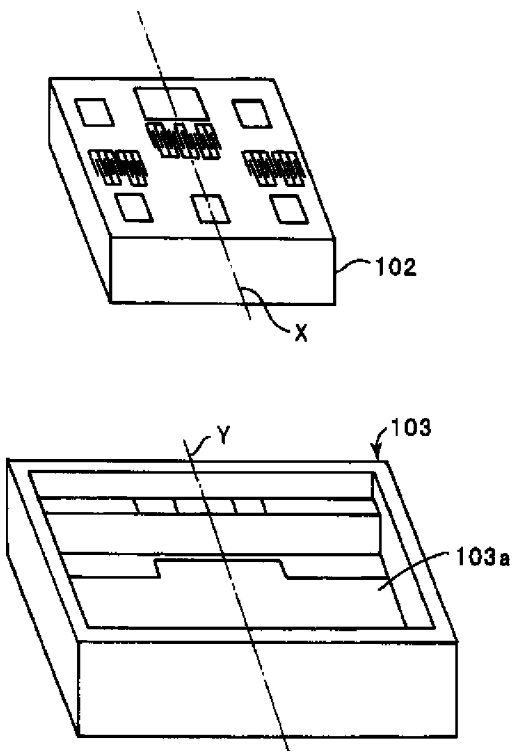
[Drawing 19]



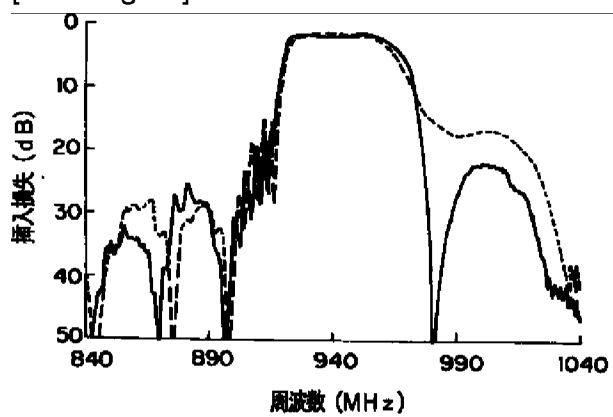
[Drawing 20]



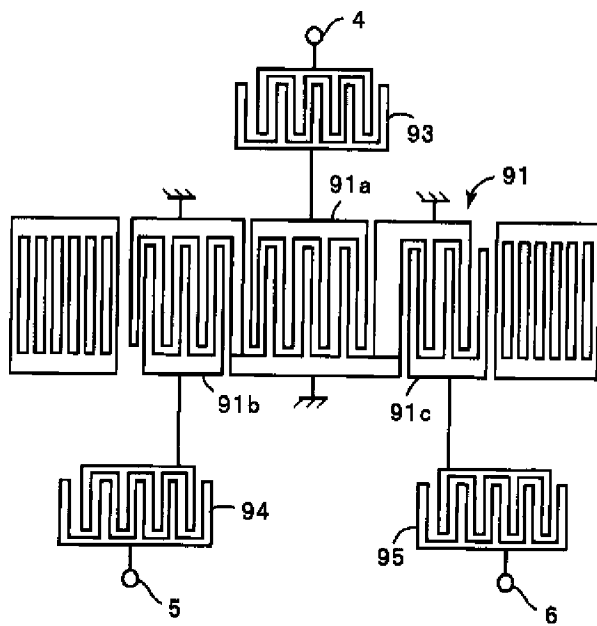
[Drawing 24]



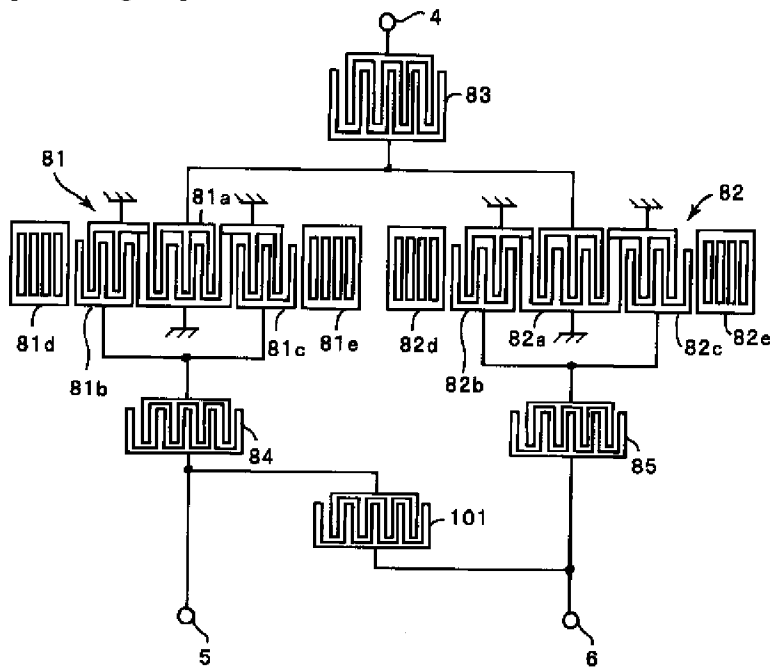
[Drawing 21]



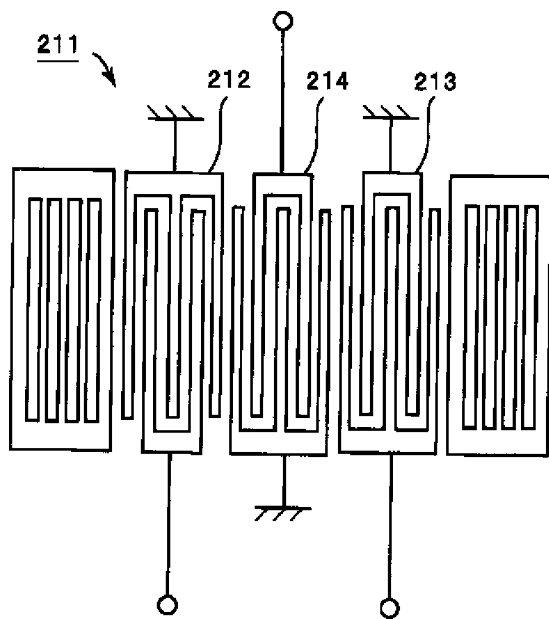
[Drawing 22]



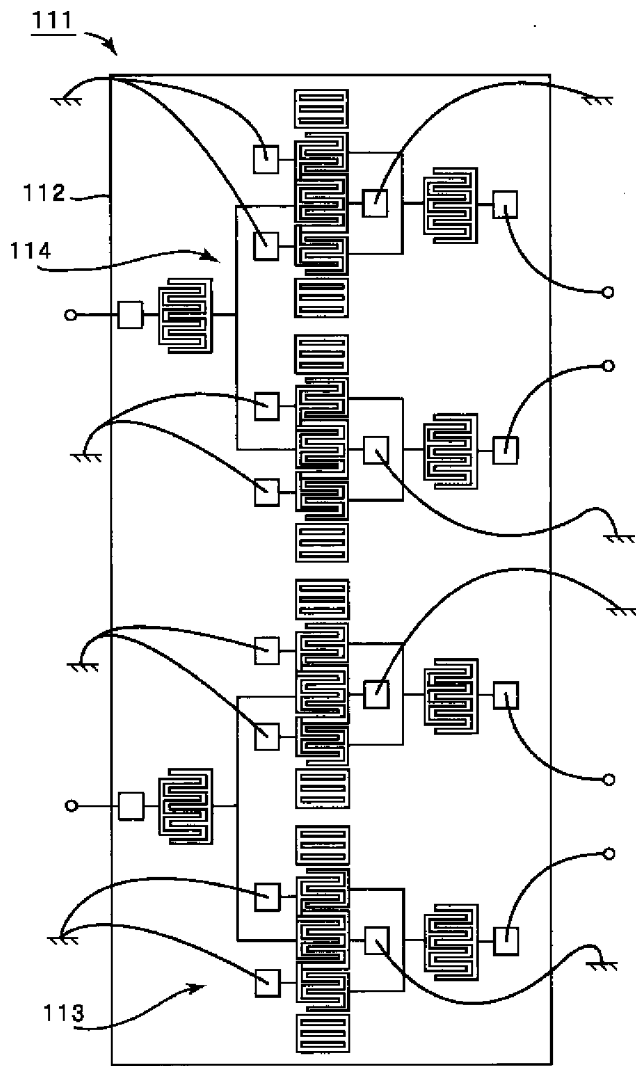
[Drawing 23]



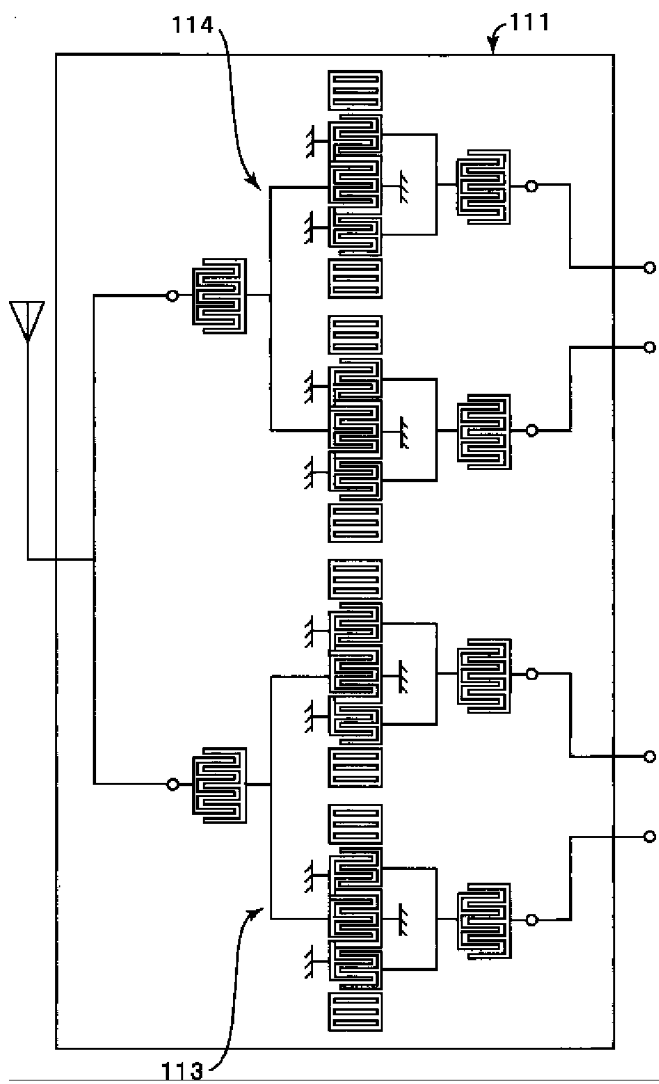
[Drawing 29]



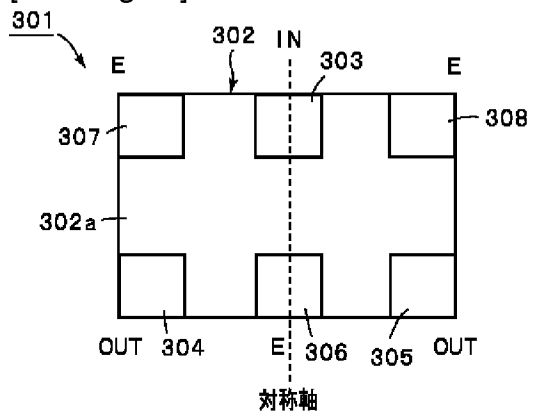
[Drawing 25]



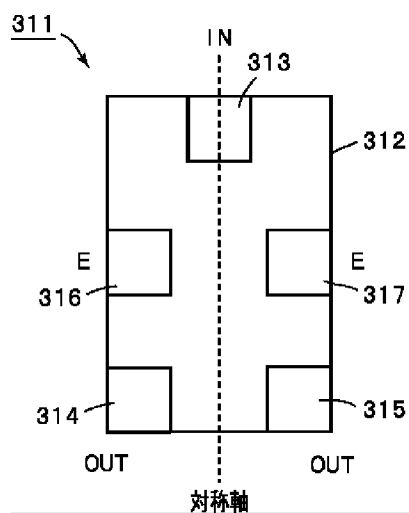
[Drawing 26]



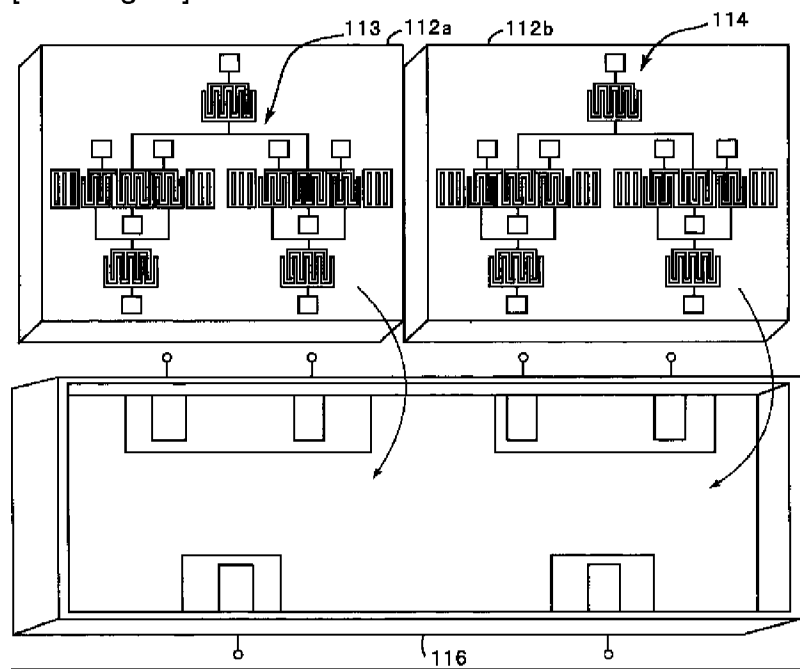
[Drawing 30]



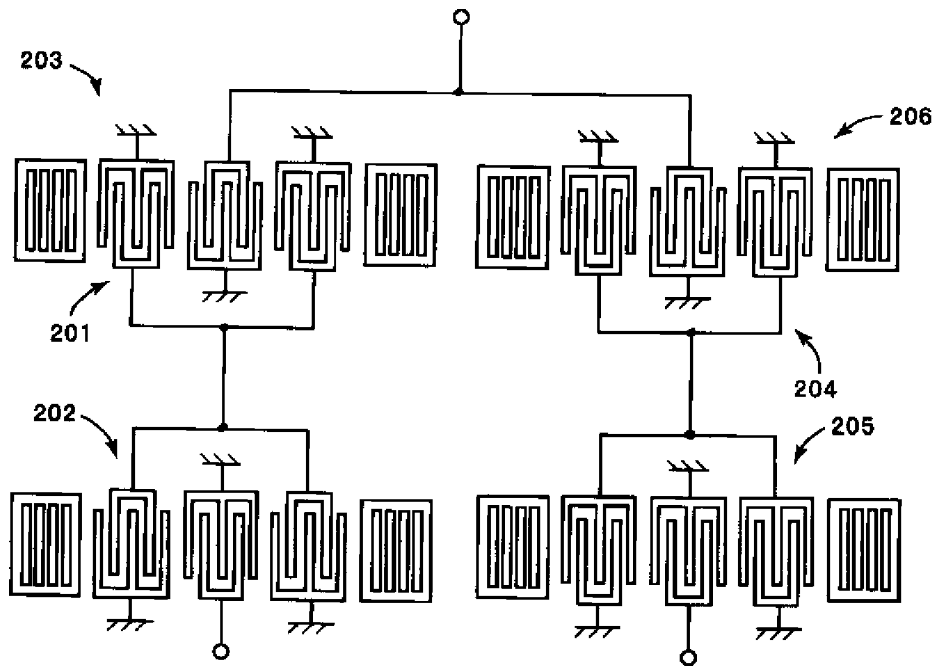
[Drawing 31]



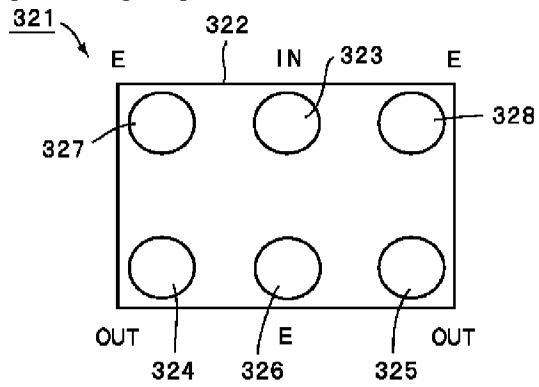
[Drawing 27]



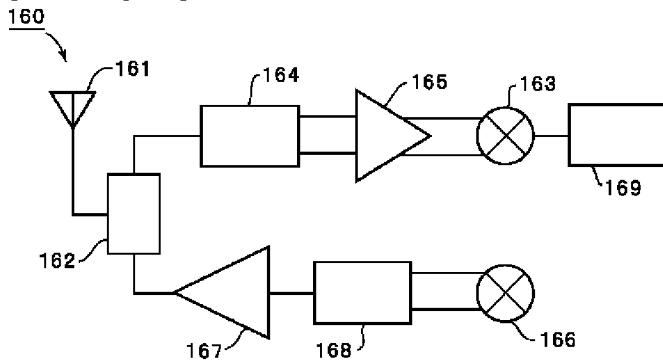
[Drawing 28]



[Drawing 32]



[Drawing 33]



.....
[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-308672
(P2001-308672A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int.Cl.⁷H 0 3 H 9/145
9/64

識別記号

F I

H 0 3 H 9/145
9/64

サーチワード* (参考)

Z 5 J 0 9 7
Z

審査請求 未請求 請求項の数44 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2001-35620 (P2001-35620)

(22) 出願日 平成13年2月13日 (2001.2.13)

(31) 優先権主張番号 特願2000-35299 (P2000-35299)

(32) 優先日 平成12年2月14日 (2000.2.14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 沢田 曜一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 高崎 洋

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74) 代理人 100086597

弁理士 宮▼崎▲ 主税

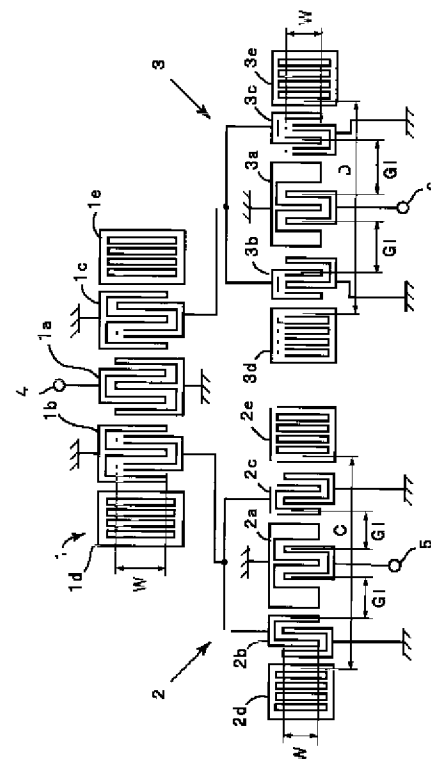
Fターム(参考) 5J097 AA01 AA12 AA33 BB14 CC05
DD04 DD12 DD14 GC03 KK04

(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ装置

(57) 【要約】

【課題】 広帯域であり、平衡度が良好であり、平衡-不平衡入出力変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を提供する。

【解決手段】 圧電基板上に第1～第3の弾性表面波フィルタ素子1～3が構成されており、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3は、帯域内における伝送振幅特性が略一致しており、伝送位相特性が略180°異なるように構成されており、第2の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDT 2b、2c及び第3の弾性表面波フィルタ素子3の少なくとも1つのIDT 3b、3cが、第1の弾性表面波フィルタ素子1の少なくとも1つのIDT 1b、1cに接続されている、弾性表面波フィルタ装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板と、

前記圧電基板上に構成された第1～第3の弾性表面波フィルタ素子とを備え、各弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された複数のIDTを有し、

前記第2、第3の弾性表面波フィルタ素子は、帯域内における伝送振幅特性が略一致しており、伝送位相特性が略180°異なるように構成されており、

前記第2の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTと、第3の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTとが、それぞれ第1の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTに接続されていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ装置。

【請求項2】 圧電基板と、

前記圧電基板上に形成された第1～第3の弾性表面波フィルタ素子とを備え、

第1の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された第1のIDTと、第1のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第2、第3のIDTとを有し、

前記第2、第3の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って配置された複数のIDTを有し、

式(1)

$$(n/2+1, 22) \times \lambda \sim (n/2+1, 33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{ の整数})$$

であり、

前記第2の間隔が、

式(2)

$$(n/2+1, 72) \times \lambda \sim (n/2+1, 83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{ の整数})$$

であることを特徴とする、請求項3に記載の弾性表面波フィルタ装置。

式(3)

$$(n/2+1, 22) \times \lambda \sim (n/2+1, 33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{ の整数})$$

であり、

前記第2の間隔が、

式(4)

$$(n/2+1, 72) \times \lambda \sim (n/2+1, 83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{ の整数})$$

であることを特徴とする、請求項4に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項6】 前記第1の間隔が、1.72λ～1.83λの範囲であり、前記第2の間隔が2.22λ～2.33λの範囲にある、請求項5に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項7】 前記圧電基板が、LiTaO₃単結晶がX軸を中心にY軸からZ軸方向に36～44°の範囲で回転されているLiTaO₃基板であり、

前記第1の間隔と第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされている、請求項3～6に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項8】 前記電極被覆率が、63%以上である、

前記第2、第3の弾性表面波フィルタ素子の帯域内における伝送振幅特性が略一致し、伝送位相特性が略180°異なるように構成されており、

第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTが第2の弾性表面波フィルタ素子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ素子の第3のIDTが第3の弾性表面波フィルタ素子のIDTに接続されていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ装置。

【請求項3】 前記第1～第3の弾性表面波フィルタ素子が、それぞれ、1つのIDTと、該IDTの表面波伝搬方向両側に配置された2つのIDTとを有し、

第2の弾性表面波フィルタ素子における第1の弾性表面波フィルタ素子に接続されているIDTと、該IDTと隣接するIDTとの間の第1の間隔に比べ、

第3の弾性表面波フィルタ素子における第1の弾性表面波フィルタ素子に接続されているIDTと、該IDTと隣接するIDTとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長をλとしたときに、0.48λ～0.52λ異なることを特徴とする、請求項2に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項4】 前記第1の間隔が、

【数1】

【数2】

【請求項5】 前記第1の間隔が、

【数3】

【数4】

請求項7に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項9】 前記第2の弾性表面波フィルタ素子において複数のIDTが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に第1、第2の反射器がそれぞれ設けられており、

前記第3の弾性表面波フィルタ素子において複数のIDTが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に第3、第4の反射器がそれぞれ設けられており、

第1の反射器と第2の反射器との間隔が、第3の反射器と第4の反射器との間隔と略等しくされている、請求項3～8のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項10】 圧電基板と、

前記圧電基板上に構成された第1～第3の弾性表面波フ

フィルタ素子とを備え、
前記第1の弾性表面波フィルタ素子が、第1のIDTと、第1のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第2、第3のIDTとを有し、
第2の弾性表面波フィルタ素子が第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTに接続されており、
第3の弾性表面波フィルタ素子が、第1の弾性表面波フィルタ素子の第3のIDTに接続されており、
第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTと、第3のIDTの入力または出力に対する位相差が、通過帯域内において約180°異なる、弾性表面波フィルタ装置。

式(1)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

であり、前記第2の間隔が、

式(2)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

である、請求項11に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【数6】

【数7】

【請求項13】 前記第1の間隔が、

式(3)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

であり、前記第2の間隔が、

式(4)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

である、請求項12に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項14】 前記第1の間隔が、1.72λ～1.88λの範囲にあり、前記第2の間隔が2.22λ～2.33λの範囲にあることを特徴とする、請求項13に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項15】 前記圧電基板が、LiTaO₃単結晶がX軸を中心にY軸からZ軸方向に36～44°の範囲で回転されているLiTaO₃基板であり、
前記第1の弾性表面波フィルタ素子における第1の間隔と第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされている、請求項11～14に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項16】 前記電極被覆率が、63%以上である、請求項15に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項17】 前記第1の弾性表面波フィルタ素子が、複数のIDTが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に配置された第1、第2の反射器をさらに備え、
第1のIDTから第1の反射器までの距離と、第1のIDTから第2の反射器までの距離が略等しくされている、請求項10～16のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項18】 前記第1の弾性表面波フィルタ素子を構成しているIDTの電極指交差幅が、第2の弾性表面波フィルタ素子及び第3の弾性表面波フィルタ素子を構成している各IDTの電極指交差幅の1.5～3.5倍の範囲にある、請求項1～17のいずれかに記載の弾性

【請求項11】 前記第1の弾性表面波フィルタ素子の第1、第2のIDTの間の第1の間隔と、

前記第1の弾性表面波フィルタ素子の第1のIDTと第3のIDTとの間の第2の間隔とが、弾性表面波フィルタの波長をλとしたときに、0.48λ～0.525λだけ異なり、それによって第1の弾性表面波フィルタ素子の入力端との通過帯域内における位相差が約180°異ならされていることを特徴とする、請求項10に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項12】 前記第1の間隔が、

【数5】

表面波フィルタ装置。

【請求項19】 圧電基板と、

前記圧電基板上に構成された第1、第2の弾性表面波フィルタ素子とを備え、

前記第1の弾性表面波フィルタ素子が、表面波伝搬方向に沿って配置された複数のIDTを有し、

前記第2の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された複数のIDTを有し、

第2の弾性表面波フィルタ素子の通過帯域内における伝送振幅特性が、第1の弾性表面波フィルタ素子の伝送振幅特性と略一致しており、伝送位相特性が第1の弾性表面波フィルタ素子とは略180°異なるように構成されており、

第1、第2の弾性表面波フィルタ素子の一方の端子が電気的に並列に接続されており、他方の端子が電気的に直列に接続されており、並列に接続されている端子が不平衡端子、直列に接続されている前記端子が平衡端子を構成している、弾性表面波フィルタ装置。

【請求項20】 前記第1、第2の弾性表面波フィルタ素子が、3個のIDTをそれぞれ有し、

第1の弾性表面波フィルタ素子における中央に配置されたIDTと、両側に配置されたIDTとの間の第1の間隔に比べて、

第2の弾性表面波フィルタ素子における中央に配置されたIDTと、両側に配置されたIDTとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長をλとしたときに、0.48λ

～0.525λ異なることを特徴とする、請求項19に記載の弾性表面波フィルタ装置。

式(1)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

であり、前記第2の間隔が、

【数10】

式(2)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

である、請求項20に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【数11】

【請求項22】 前記第1の間隔が、

式(3)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

であり、前記第2の間隔が、

【数12】

式(4)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

である、請求項21に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項23】 前記第1の間隔が、1.72λ～1.88λの範囲にあり、前記第2の間隔が2.22λ～2.33λの範囲にあることを特徴とする、請求項22に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項24】 前記圧電基板が、LiTaO₃単結晶がX軸を中心にY軸からZ軸方向に36～44°の範囲で回転されている36～44°回転YカットLiTaO₃基板であり、

前記第1の間隔と第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされている、請求項20～23に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項25】 前記電極被覆率が、63%以上である、請求項24に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項26】 前記第1の弾性表面波フィルタ素子の複数のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第1、第2の反射器がさらに備えられており、前記第2の弾性表面波フィルタ素子において複数のIDTが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に第3、第4の反射器がそれぞれ設けられており、

式(1)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

であり、前記第2の間隔が、

【数14】

式(2)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

であり、第1のIDTが不平衡端子に接続され、第2、第3のIDTが平衡端子に接続されている、弾性表面波フィルタ装置。

式(3)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

であり、前記第2の間隔が、

【数16】

式(4)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

である、請求項28に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項30】 前記第1の間隔が、1.72λ～1.83λであり、前記第2の間隔が、2.22λ～2.3

【請求項21】 前記第1の間隔が、
【数9】

第1の反射器と第2の反射器との間隔が、第3の反射器と第4の反射器との間隔と略等しくされている、請求項19～25のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項27】 前記第1の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子と、第2の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子とが、圧電基板上において電極パターンにより接続されていることを特徴とする、請求項19～26のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項28】 圧電基板と、前記圧電基板上に構成されており、第1のIDTと、第1のIDTの両側に配置された第2、第3のIDTとを有する弾性表面波フィルタ素子とを備え、

第1のIDTと、第2のIDTとの間の第1の間隔に比べて、第1のIDTと、第3のIDTとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長をλとしたときに、0.48λ～0.525λだけ異なり、

第1の間隔が、

【数13】

【請求項29】 前記第1の間隔が、

【数15】

3λである、請求項28に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項31】 前記第1、第2の間隔の内少なくとも

1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされていることを特徴とする、請求項28～30のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項32】 前記電極被覆率が63%以上とされている、請求項31に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項33】 前記第2、第3のIDTの外側に、それぞれ、第1、第2の反射器が配置されており、第1のIDTから第1の反射器までの距離と、第1のIDTから第2の反射器までの距離が略等しくされている、請求項28～32のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項34】 不平衡端子側に接続された直列共振子をさらに備える、請求項19～33のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項35】 平衡端子側の各端子に直列にそれぞれ接続された弾性表面波共振子をさらに備える、請求項19～34のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項36】 平衡端子側に縦続接続された梯子型弾性表面波フィルタをさらに備える、請求項1～35のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項37】 前記圧電基板上に形成されており外部と電気的に接続される電極パターンをさらに備え、前記圧電基板上に前記弾性表面波フィルタ素子及び前記電極パターンが構成されているチップが搭載されるケース材と、チップ上の電極パターンと前記電極パターンとパッケージとを電気的に接続するための導電部とをさらに備え、前記圧電基板上に形成された電極パターン、パッケージ及び導電部の少なくとも1つが略線対称の構造を有する、請求項1～36のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項38】 前記電極パターン、パッケージ及び導電部のうち少なくとも2つが同一の対称軸に対して略線対称の構造を有する、請求項37に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項39】 前記圧電基板上に前記弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップがフリップチップボンディングにより搭載されるケース材をさらに備え、前記ケース材に、1つの外部入力端子または外部出力端子と、2つの外部出力端子または外部入力端子とが設けられており、1つの外部入力端子または外部出力端子に対し、前記2つの外部出力端子または外部入力端子が略線対称に配置されている、請求項1～36のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項40】 前記圧電基板上に前記弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップがフリップチップボンディングにより搭載されるケース材をさらに備え、前記ケース材に、1つの外部入力端子または外部出力端子と、2つの外部出力端子または外部入力端子とが設けられており、1つの外部入力端子または外部出力端子に対

し、前記2つの外部出力端子または外部入力端子が電気的に略対称に配置されている、請求項1～36のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項41】 前記外部入力端子と前記外部出力端子との間に、少なくとも1つ以上のアース端子が配置されている、請求項39または40に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項42】 前記2つの外部出力端子の間または外部入力端子の間に配置された少なくとも1つのアース端子をさらに備える、請求項39～41のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項43】 請求項1～42のいずれかに記載の弾性表面波フィルタを用いたことを特徴とする、共用器。

【請求項44】 請求項1～42に記載の弾性表面波フィルタ装置または請求項43に記載の共用器を用いたことを特徴とする、通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波フィルタ装置に関し、より詳細には、入力側及び出力側の特性インピーダンスが異なっており、かつ不平衡－平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、携帯電話機の小形化及び軽量化が進んでおり、各構成部品の削減や小型化だけでなく、複数の機能を複合した部品の開発が進んできている。

【0003】上記のような状況に鑑み、携帯電話機のRF段に使用される弾性表面波フィルタに、平衡－不平衡変換機能、いわゆるバラン機能を持たせたものが研究されており、GSMなどを中心に使用されるようになってきている。

【0004】携帯電話機のアンテナから帯域フィルタまでの部分は不平衡であり、50Ωの特性インピーダンスを有するのが一般的であり、フィルタの後段に使われる増幅器などにおいては、平衡端子で150～200Ωのインピーダンスを有することが多い。そこで、帯域フィルタとして弾性表面波フィルタを用い、該弾性表面波フィルタに、50Ω不平衡から150～200Ω平衡に変換する機能を併せ持たせたものが提案されている。

【0005】例えば、特開平10-117123号公報には、4個の弾性表面波フィルタ素子を用いることにより、不平衡入力－平衡出力が実現されている。この先行技術に記載の弾性表面波フィルタ装置の構成を図28に示す。ここでは、2個の弾性表面波フィルタ素子201、202を2段縦続接続することにより構成された第1の弾性表面波フィルタ部203と、弾性表面波フィルタ素子204と、該弾性表面波フィルタ素子204とが伝送位相特性が略180°異なる弾性表面波フィルタ素子205とを縦続接続してなる第2の弾性表面波フィルタ部206が構成されている。各弾性表面波フィルタ部

203, 206のそれぞれの入出力端子の一方が並列接続され、他方が直列接続されており、並列接続端子が不平衡端子、直列接続端子が平衡端子とされている。

【0006】また、特開平6-204781号公報には、図29に示すように、3個のIDTを有する弾性表面波フィルタ装置211が開示されている。この弾性表面波フィルタ装置211では、両側の2個の出力側IDT212, 213の位相が反転するように配置されており、各IDT212, 213の出力端子が平衡端子を構成している。また、中央の入力側IDT214の一端が不平衡端子とされている。この構成においても、入力側インピーダンスを50Ω、出力側インピーダンスを150~200Ωとすることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した平衡-不平衡入出力を有する弾性表面波フィルタにおいても、携帯電話システムの帯域の拡大に伴い、広帯域化が要求されている。ところが、平衡-不平衡入出力を有する弾性表面波フィルタにおいては、不平衡端子と平衡端子のそれぞれの端子間の通過帯域内における伝送特性において、振幅が等しくかつ位相が180°反転していること、いわゆる平衡度の向上が要求される。

【0008】しかしながら、特開平10-117123号公報に開示されている弾性表面波フィルタ装置では、広帯域化につれて、弾性表面波フィルタ素子の有するインピーダンスが容量性となる性質を持つ。従って、該容量性の性質に加えて、2段連続接続されている段間の寄生容量が加わり、弾性表面波フィルタ部間のインピーダンス不整合が生じがちであり、広帯域化が困難であった。

【0009】さらに、4個の弾性表面波フィルタ素子が用いられているので、配線が複雑であり、該複雑な配線によっても寄生容量が増加し、平衡度が劣化するという問題があった。さらに、素子サイズが大型化し、デバイス自体の小型化が困難であり、かつ1枚のウエハから取得し得る弾性表面波フィルタ装置の数が少なくなるため、コストが高くつくという問題があった。

【0010】他方、特開平6-204781号公報に記載の弾性表面波フィルタ装置では、平衡端子を構成するための2つのIDTの212, 213の構造を異ならせたり、IDT116, 117の中央のIDT214に対する位置関係が異ならされているので、平衡度が劣化しがちであった。また、平衡端子側のIDT212, 213が電氣的に直列に接続されているので、電極指が有する抵抗値による損失分が増加し、通過帯域内の挿入損失が大きくなるという問題もあった。

【0011】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を

式(1)

$$(n/2+1, 22) \times \lambda \sim (n/2+1, 33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

【0017】であり、前記第2の間隔が、

を解消し、広帯域であり、平衡度が良好であり、平衡-不平衡入出力を有する弾性表面波フィルタ装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本願の第1の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に構成された第1~第3の弾性表面波フィルタ素子とを備え、各弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された複数のIDTを有し、前記第2, 第3の弾性表面波フィルタ素子は、帯域内における伝送振幅特性が略一致しており、伝送位相特性が略180°異なるように構成されており、前記第2の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTと、第3の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTとが、第1の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTに接続されていることを特徴とする。

【0013】本願の第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に形成された第1~第3の弾性表面波フィルタ素子とを備え、第1の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された第1のIDTと、第1のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第2, 第3のIDTとを有し、前記第2, 第3の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って配置された複数のIDTを有し、前記第2, 第3の弾性表面波フィルタ素子の帯域内における伝送振幅特性が略一致し、伝送位相特性が略180°異なるように構成されており、第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTが第2の弾性表面波フィルタ素子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ素子の第3のIDTが第3の弾性表面波フィルタ素子のIDTに接続されていることを特徴とする。

【0014】第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、前記第1~第3の弾性表面波フィルタ素子が、それぞれ、1つの入力側IDTと、入力側IDTの表面波伝搬方向両側に配置された2つの出力側IDTとを有し、第2の弾性表面波フィルタ素子における第1の弾性表面波フィルタ素子に接続されているIDTと、出力端子とに接続されたIDTとの間の第1の間隔に比べ、第3の弾性表面波フィルタ素子における第1の弾性表面波フィルタ素子に接続されているIDTと出力端子に接続されているIDTとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長を λ としたときに、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ 異なるように構成されている。

【0015】第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置のより特定の局面では、前記第1の間隔が、

【0016】

【数17】

【0018】

【数18】

式(2)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

【0019】である。より好ましくは、前記第1の間隔が、

【0020】

【数19】

式(3)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

【0021】であり、前記第2の間隔が、
【0022】

【数20】

式(4)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

【0023】である。さらに好ましくは、前記第1の間隔が、 $1.72\lambda \sim 1.83\lambda$ の範囲であり、前記第2の間隔が $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$ の範囲にある。

【0024】第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記圧電基板が、 LiTaO_3 単結晶がX軸を中心にY軸からZ軸方向に $36 \sim 44^\circ$ の範囲で回転されている LiTaO_3 基板であり、前記第1の弾性表面波フィルタ素子における第1の間隔と第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされている。

【0025】より好ましくは、上記電極被覆率が63%以上とされる。第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第2の弾性表面波フィルタ素子の複数のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第1、第2の反射器がさらに備えられており、前記第3の弾性表面波フィルタ素子において複数のIDTが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に第3、第4の反射器がそれぞれ設けられており、第1の反射器と第2の反射器との間隔が、第3の反射器と第4の反射器との間隔と略等しくされている。

【0026】本願の第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に構成された第

式(1)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

【0030】であり、前記第2の間隔が、
【0031】

【数22】

式(2)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

【0032】であり、さらに好ましくは、前記第1の間隔が、

【0033】

【数23】

式(3)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

【0034】であり、前記第2の間隔が、
【0035】

【数24】

式(4)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

【0036】であり、より好ましくは、前記第1の間隔が、 $1.72\lambda \sim 1.88\lambda$ の範囲にあり、前記第2の間隔が $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$ の範囲にある。第3の発

明の弾性表面波フィルタ素子とを備え、前記第1の弾性表面波フィルタ素子が、第1のIDTと、第1のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第2、第3のIDTとを有し、第2の弾性表面波フィルタ素子が第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTに接続されており、第3の弾性表面波フィルタ素子が、第1の弾性表面波フィルタ素子の第3のIDTに接続されており、第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTと、第3のIDTの入力または出力に対する位相差が、通過帯域内において約 180° 異なることを特徴とする。

【0027】第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、前記第1の弾性表面波フィルタ素子の第1、第2のIDTの間の第1の間隔と、前記第1の弾性表面波フィルタ素子の第1のIDTと第3のIDTとの間の第2の間隔とが、弾性表面波フィルタの波長を λ としたときに、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ だけ異なり、それによって第1の弾性表面波フィルタ素子の入力端との通過帯域内における位相差が約 180° 異ならされている。

【0028】好ましくは、前記第1の間隔が、

【0029】

【数21】

明の弾性表面波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記圧電基板が、 LiTaO_3 単結晶がX軸を中心にY軸からZ軸方向に $36 \sim 44^\circ$ の範囲で回転されて

いるLiTaO₃基板であり、前記第1の弾性表面波フィルタ素子における第1の間隔と第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされている。

【0037】好ましくは、電極被覆率が63%以上とされる。第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記第1の弾性表面波フィルタ素子が、複数のIDTが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に配置された第1、第2の反射器をさらに備え、第1のIDTの中心から第1の反射器までの距離と、第1のIDTの中心から第2の反射器までの距離が略等しくされている。

【0038】第1～第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、前記第1の弾性表面波フィルタ素子を構成しているIDTの電極指交差幅が、第2の弾性表面波フィルタ素子及び第3の弾性表面波フィルタ素子を構成している各IDTの電極指交差幅の1.5～3.5倍の範囲にある。

【0039】本願の第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に構成された第1、第2の弾性表面波フィルタ素子とを備え、前記第1の弾性表面波フィルタ素子が、表面波伝搬方向に沿って配置された複数のIDTを有し、前記第2の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波伝搬方向に沿って配置され

式(1)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

【0043】であり、前記第2の間隔が、

【数26】

【0044】

式(2)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

【0045】であり、より好ましくは、前記第1の間隔が、

【0046】

【数27】

式(3)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

【0047】であり、前記第2の間隔が、

【数28】

【0048】

式(4)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

【0049】であり、さらに好ましくは、前記第1の間隔が、1.72λ～1.88λの範囲にあり、前記第2の間隔が2.22λ～2.33λの範囲にある。第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記圧電基板が、LiTaO₃単結晶がX軸を中心にY軸からZ軸方向に36～44°の範囲で回転されている36～44°回転YカットLiTaO₃基板であり、前記第1の弾性表面波フィルタ素子における第1の間隔と第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされている。この電極被覆率は、より好ましくは63%以上とされる。

【0050】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置

た複数のIDTを有し、第2の弾性表面波フィルタ素子の通過帯域内における伝送振幅特性が、第1の弾性表面波フィルタ素子の伝送振幅特性と略一致しており、伝送位相特性が第1の弾性表面波フィルタ素子とは略180°異なるように構成されており、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子の一方の端子が電氣的に並列に接続されており、他方の端子が電氣的に直列に接続されており、並列に接続されている端子が不平衡端子、直列に接続されている前記端子が平衡端子を構成していることを特徴とする。

【0040】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、前記第1、第2の弾性表面波フィルタ素子が、3個のIDTをそれぞれ有し、第1の弾性表面波フィルタ素子における中央に配置されたIDTと、両側に配置されたIDTとの間の第1の間隔に比べて、第2の弾性表面波フィルタ素子における不平衡端子に接続されるIDTと平衡端子に接続されるIDTとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長をλとしたときに、0.48～0.525λ異なるように構成されている。

【0041】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、好ましくは、前記第1の間隔が、

【0042】

【数25】

他の特定の局面では、前記第2の弾性表面波フィルタ素子の複数のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第1、第2の反射器がさらに備えられており、前記第3の弾性表面波フィルタ素子において複数のIDTが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に第3、第4の反射器がそれぞれ設けられており、第1の反射器と第2の反射器との間隔が、第3の反射器と第4の反射器との間隔と略等しくされている。

【0051】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第1の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子と、第2の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子とが、

圧電基板上において電極パターンにより接続されている。

【0052】本願の第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に構成されており、第1のIDTと、第1のIDTの両側に配置された第2、第3のIDTとを有する弾性表面波フィルタ素子

式(1)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

【0054】であり、前記第2の間隔が、

【0055】

式(2)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

【0056】であり、第1の弾性表面波フィルタ素子のIDTが不平衡端子を構成し、第2の弾性表面波フィルタ素子の第2、第3のIDTが平衡端子とされていることを特徴とする。

式(3)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

【0059】であり、前記第2の間隔が、

【0060】

式(4)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

【0061】とされる。より好ましくは、第1の間隔が、 $1.72\lambda \sim 1.83\lambda$ であり、前記第2の間隔が、 $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$ である。

【0062】第5の発明の他の特定の局面では、第1、第2の間隔の少なくとも1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされている。好ましくは、上記電極被覆率は63%以上とされる。

【0063】第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記第2、第3のIDTの外側に、それぞれ、第1、第2の反射器が配置されており、第1のIDTから第1の反射器までの距離と、第1のIDTから第2の反射器までの距離が略等しくされている。

【0064】第4～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、不平衡端子側に接続された直列共振器がさらに備えられる。第4の～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、平衡端子側の各端子に直列にそれぞれ接続された弾性表面波共振器がさらに備えられる。

【0065】第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、平衡端子側に縦続接続された梯子型弾性表面波フィルタがさらに備えられる。第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、適宜のパッケージ構造を有する弾性表面波フィルタ装置として構成することができ、例えば、前記圧電基板上に弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップを収納するためのケース材と、チップ上の電極パターンとパッケージとを電極的に接続するための導電部とをさらに備え、前記

とを備え、第1のIDTと、第2のIDTとの間の第1の間隔に比べて、第1のIDTと、第3のIDTとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長を λ としたときに、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ 異なり、第1の間隔が、

【0053】

【数29】

【数30】

【0057】第5の発明では、好ましくは、第1の間隔が、

【0058】

【数31】

【数32】

圧電基板上に形成された電極パターン、パッケージ及び導電部の少なくとも1つが略線対称の構造を有するように構成される。

【0066】この場合、好ましくは、前記電極パターン、パッケージ及び導電部のうち少なくとも2つが同一の対称軸に対して略線対称の構造を有するように構成される。第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記圧電基板上に前記弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップがフリップチップボンディング法により搭載されるケース材がさらに備えられ、該ケース材には不平衡信号端子として用いられる1つの外部入力端子または外部出力端子と、平衡信号端子として用いられる2つの外部出力端子または外部入力端子とが設けられており、この2つの外部出力端子または外部入力端子が、1つの外部入力端子または外部出力端子に対して略線対称に配置される。

【0067】第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記圧電基板上に前記弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップがフリップチップボンディングにより搭載されるケース材がさらに備えられ、該ケース材には、不平衡信号端子として用いられる1つの外部入力端子または外部出力端子と、平衡信号端子として用いられる2つの外部出力端子または外部入力端子とが設けられており、この2つの外部出力端子または外部入力端子が、1つの外部入力端子または外部出力端子に対し、電氣的に略対称に構成されている。なお、電氣的に対称とは、物理的に多少非対称であっても、配線などにより電気長がほぼ対称とされて

いる構造をいうものとする。

【0068】第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、上記外部入力端子と外部出力端子との間に、少なくとも1つのアース端子が配置される。

【0069】第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の別の特定の局面では、上記平衡信号端子として用いられる2つの外部出力端子間または外部入力端子間に、少なくとも1つのアース端子が配置される。

【0070】また、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置を用いて、アンテナ共用器のような共用器を構成することができ、さらに本発明に係る共用器を用いて様々な通信装置を構成することができる。

【0071】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置の具体的な実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0072】図1を参照して、本発明の第1の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置を説明する。第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置は、本願の第1、第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の実施例に相当する。

【0073】図1は、第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す平面図である。本実施例の弾性表面波フィルタ装置では、圧電基板上に3個の弾性表面波フィルタ素子1～3が形成されている。なお、圧電基板としては、 LiTaO_3 や水晶などの適宜の圧電基板を用いることができるが、本実施例では $36^\circ\text{Y-XLiTaO}_3$ 基板が用いられている。

【0074】第1の弾性表面波フィルタ素子1は、表面波伝搬方向に沿って配置された3個のIDT1a～1cを有する。IDT1a～1cの設けられている領域の表面波伝搬方向両側には、グレーティング型反射器1d、1eが配置されている。

【0075】同様に、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3も、3個のIDT2a～2c、3a～3cが表面波伝搬方向に沿って配置された構造を有する。また、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3においても、IDT2a～2c、3a～3cが設けられている領域の表面波伝搬方向外側にグレーティング型反射器2d、2e、3d、3eが配置されている各IDT1a～1c、2a～2c、3a～3cは、それぞれ一対のくし歯電極を有する。

【0076】第1の弾性表面波フィルタ素子1の中央のIDT1aの一方のくし歯電極が入力端子4に接続される。また、中央の第1のIDT1aの外側に配置された第2、第3のIDT1bの一方のくし歯電極が、第2の弾性表面波フィルタ素子の外側に配置された第2、第3のIDT2b、2cの一方のくし歯電極に電気的に接続されている。同様に、第1の弾性表面波フィルタ素子の外側IDT1cの一方のくし歯電極に、第3の弾性表面

波フィルタ素子3の外側IDT3b、3cの一方のくし歯電極が電気的に接続されている。第2、第3の弾性表面波フィルタ素子の中央のIDT2a、3aの一方のくし歯電極が出力端子5、6にそれぞれ電気的に接続されている。IDT1a～1c、2a～2c、3a～3cのくし歯電極のうち、上述したくし歯電極以外のくし歯電極は、接地電位に接続されている。

【0077】入力端子4は不平衡端子であり、出力端子5、6は平衡端子である。なお、第3の弾性表面波フィルタ素子103の伝送位相特性は、第2の弾性表面波フィルタ素子102の伝送位相特性と略 180° 異なっている。

【0078】次に、第1～第3の弾性表面波フィルタ素子1～3の具体的な構造例を説明する。本実施例では、第1の弾性表面波フィルタ素子1では、IDT1a～1cにおける電極指交差幅Wが 52λ とされている。なお、 λ は弾性表面波の波長を示す。中央に配置された第1のIDT1aの電極指の対数は16、外側IDT、すなわち第2、第3のIDT1b、1cにおける電極指の対数はいずれも11である。IDT1a～1cにおける表面波の波長 λ は $4.2\mu\text{m}$ である。また、反射器1d、1eにおける電極指の本数は120本であり、波長 λ_R は $4.3\mu\text{m}$ である。また、隣り合うIDT1a～1c間の間隔GIは $1.77\lambda_R$ である。なお、隣り合うIDT間の間隔とは、例えばIDT1a、1b間を例にとると、IDT1a、1bの最も近接し合っているホット側の電極指間のピッチをいうものとする。

【0079】第2の弾性表面波フィルタ素子2では、IDT2a～2cにおける電極指交差幅Wが 31λ とされている。中央に配置された第1のIDT2aの電極指の対数は16、外側IDT、すなわち第2、第3のIDT2b、2cにおける電極指の対数はいずれも11である。IDT2a～2cにおける表面波の波長 λ は $4.2\mu\text{m}$ である。また、反射器2d、2eにおける電極指の本数は120本であり、波長 λ は $4.3\mu\text{m}$ である。また、隣り合うIDT2a～2c間の間隔GIは $1.77\lambda_R$ である。

【0080】第3の弾性表面波フィルタ素子103では、隣り合うIDT間の間隔GIが $2.27\lambda_R$ とされていることを除いては、第2の弾性表面波フィルタ素子2と同様に構成されている。

【0081】第2の弾性表面波フィルタ素子2と第3の弾性表面波フィルタ素子3とは、伝送位相特性が約 180° 異なるように、隣り合うIDT間の間隔GIが異ならされている。なお、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3の伝送位相特性を 180° 異ならせる構成は、上記IDT間の間隔を異ならせる構造に限定されるものではない。

【0082】なお、本実施例及び以下の実施例においては、弾性表面波フィルタ素子の電極指及び反射器の電極

指の数は非常に多いため、図面においては略図的に示されている。

【0083】本実施例の弾性表面波フィルタ装置の入力端子4を不平衡入力端子とし、出力端子5、6を平衡出力端子として用いる場合の動作について説明する。入力端子4に電気信号が入力された場合、第1の弾性表面波フィルタ素子1によりフィルタリングされた電気信号が、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3に与えられる。このとき、弾性表面波フィルタ素子1のIDT1b、1cが同一の構造とされており、かつIDT1aからIDT1b、1cまでの距離を等しくしておけば、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3に与えられる電気信号は同じとなる。

【0084】弾性表面波フィルタ素子2と弾性表面波フィルタ素子3とに入力された電気信号は、再びフィルタリングされ、平衡出力端子5、6に導出される。ここで、弾性表面波フィルタ素子2と、弾性表面波フィルタ素子3とでは、隣り合うIDT間の間隔GIのみが上記のように異ならされている。従って、フィルタリングされた振幅特性は同じであり、伝送位相特性は約180°異なることになる。よって、出力端子5、6に導出される電気信号は、振幅特性が同じであり、伝送位相特性が約180°異なる完全な平衡信号となる。

【0085】さらに、弾性表面波フィルタ素子1では、入力端子4に接続される不平衡回路、例えばアンテナ回路の特性インピーダンスである50Ωに整合するように、交差幅などのパラメータが設定されている。弾性表面波フィルタ素子2、3では、出力端子5、6に接続される増幅回路のような平衡回路の特性インピーダンス150Ωの1/2に整合するように、その交差幅などのパラメータが設定されている。これは、平衡回路のそれぞれの端子5、6を独立した不平衡端子とみなした場合に、特性インピーダンスは、平衡回路の特性インピーダンスの1/2と等しくなるためである。

【0086】前述した特開平10-117123号公報に開示されている平衡不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置では、入力側（不平衡側）に2個の弾性表面波フィルタ素子が必要であった。

【0087】これに対して、本実施例では、上記のように入力側（不平衡側）を1つの弾性表面波フィルタ素子で構成することができる。従って、上記先行技術と比較した場合、本実施例によれば、隣り合うIDTのバスバー間で形成される寄生容量、入力側の弾性表面波フィルタ素子と出力側の弾性表面波フィルタ素子とを接続する配線、パッケージの端子と弾性表面波フィルタ装置とを接続するチップ状の引き出し電極、あるいはボンディング用パッドなどが持つ寄生容量を大幅に低減することが可能となる。このような寄生容量は、弾性表面波フィルタ装置の広帯域化を実現しようとする場合、大きな阻害要因となっていた。

【0088】本実施例の弾性表面波フィルタ装置では、上記のようにこれらの寄生容量を低減することができ、通過帯域内の平坦性やVSWRを劣化させることなく、広帯域のフィルタ特性を実現することができる。

【0089】図2に、本実施例のフィルタ特性を実線で示す。また、比較のために、実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様の帯域を有するように構成された特開平10-117123号公報の記載に基づいて作製された弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を破線で示す。

【0090】図2から明らかなように、本実施例の弾性表面波フィルタ装置を用いることにより、広帯域のフィルタ特性が得られることがわかる。図3及び図4は、同様に、本実施例の弾性表面波フィルタ装置と、上記先行技術の記載に基づいて用意された弾性表面波フィルタ装置の不平衡端子側及び平衡端子側における各VSWR特性を示す。実線は実施例の弾性表面波フィルタ装置の特性を、破線は従来例の特性を示す。図3及び図4から明らかなように、本実施例によれば、VSWRの悪化を抑制し得ることがわかる。

【0091】また、本実施例の弾性表面波フィルタ装置では、3個の弾性表面波フィルタ素子を用いるだけでよいと、チップサイズを小さくすることができる。さらに、弾性表面波フィルタ装置全体の小型化や、弾性表面波フィルタ装置を作製するにあたり用意される1枚のウエハあたりの弾性表面波フィルタ装置取得個数を増大させることができ、それによってコストダウンを図ることができる。

【0092】図5及び図6は、第2の弾性表面波フィルタ素子の隣り合うIDT間の間隔GI、GIが1.77λとされており、第3の弾性表面波フィルタ素子3の隣り合うIDT間の間隔GI、GIを変化させた場合の弾性表面波フィルタ素子2、3のIDT間の間隔の差と、平衡度の関係を示す図である。ここで、IDT間の間隔とは、隣り合うIDTのうち、一方のIDTの接地されずに信号線に接続された電極指のうち、隣のIDTに最も近い電極指の中心から、他方のIDTにおける接地されずに信号線に接続された電極指のうち、隣のIDTに最も近い電極指の中心までの距離をいうものとする。なお、図5、図6の横軸の間隔の差はλにより規格化された値である。

【0093】また、振幅の平衡度及び位相の平衡度とは、本実施例の弾性表面波フィルタ装置を3ポートのデバイスと考え、不平衡入力端子をポート1、平衡出力端子5、6をそれぞれポート2、ポート3とした場合の、振幅の平衡|A|は、 $A = |S_{21}| - |S_{31}|$ であり、位相の平衡度|B-180|は、 $B = |\angle S_{21} - \angle S_{31}|$ である。

【0094】理想的には、振幅の平衡度は0dB、位相の平衡度は0°であるが、現実使用可能な範囲としては、振幅の平衡度が1.5dB以下、位相の平衡度が2

0°以下とされている。

【0095】図5によれば、振幅の平衡度がこのような値を満足するのは、弾性表面波フィルタ素子2, 3のIDT間の間隔の差が0.525λ以下の範囲であり、図6によれば、位相の平衡度が上記値を満足するには、弾性表面波フィルタ素子2, 3のIDT間の間隔の差が0.48λ~0.525λの範囲に設定すべきことがわかる。従って、振幅の平衡度及び位相の平衡度のいずれをも上記範囲を満たすには、弾性表面波フィルタ素子2におけるIDT間の間隔と、弾性表面波フィルタ素子3における隣り合うIDT間の間隔の差が、0.48λ~0.525λの範囲となればよいことがわかる。

【0096】3個のIDTを有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタ素子の場合、隣り合うIDT間の間隔を、 $(0.72 + n/2) \times \lambda \sim (0.83 + n/2) \times \lambda$ 、ただしn=0, 1, 2, 6の範囲に設定することにより、広帯域のフィルタ特性を実現し得ることは既に公知である。よって、弾性表面波フィルタ素子2と弾性表面波フィルタ素子3の上記隣り合うIDT間の間隔の差を上記値に設定する組み合わせとしては、種々の範囲が考えられる。

【0097】しかしながら、上記式におけるnの値を大きくすると、以下のような問題が生じる。すなわち、図7は、本実施例の弾性表面波フィルタ装置の弾性表面波フィルタ素子2において、隣り合うIDT間の間隔を、 $(n/2 + 0.77) \times \lambda$ 、ただしnは0, 1, 2, 6とした場合の隣り合うIDT間の間隔と、弾性表面波フィルタ装置の帯域幅との関係を示す。図7から明らかなように、携帯電話機用弾性表面波フィルタ装置として最低限必要な35MHzの帯域幅を確保するには、nは6以下としなければならないことがわかる。

【0098】他方、nを小さくすることにより生じる問題もある。図9は、本実施例の弾性表面波フィルタ装置における第2の弾性表面波フィルタ素子2における隣り合うIDT間の間隔GIを、 $(0.77 + m/2) \times \lambda$ 、ただしmは0及び自然数とし、弾性表面波フィルタ素子3の隣り合うIDT間の間隔GIを $(1.27 + m/2) \times \lambda$ としたときの第2の弾性表面波フィルタ素子2における隣り合うIDT間の間隔GIと、振幅平衡度との関係を示す。

【0099】また、図10は、本実施例の弾性表面波フィルタ装置における第2の弾性表面波フィルタ素子2の隣り合うIDT間の間隔GIを、 $(0.77 + m/2) \times \lambda$ とし、第3の弾性表面波フィルタ素子3における隣り合うIDT間の間隔GIを、 $(1.27 + m/2) \times \lambda$ としたときのIDT間の間隔GIと位相平衡度との関係を示す。

【0100】図9及び図10から、振幅平衡度が1.5dB以下を満足し、位相平衡度が20°以下を満足するには、IDT間の間隔が1.77λ以上、すなわちmの

値を1以上に設定する必要があることがわかる。隣り合うIDT間の間隔が小さくなると、平衡度が悪化する現象は、以下のように考えることができる。

【0101】縦結合共振子型弾性表面波フィルタの場合には、隣接するIDT同士が音響結合するだけでなく、電磁界的にも結合することがある。音響結合による伝送特性は、隣り合うIDT間の間隔を0.5λだけ変えることにより、弾性表面波フィルタ素子2, 3で位相が反転されるのに対し、電磁界的な結合による伝送特性は隣り合うIDT間の間隔に依存せず、従って同位相同振幅となる。この同位相同振幅の伝送成分は、平衡度を悪化させる要因であり、従って、IDT間の間隔を小さくし電磁界的結合が大きくなる構造では、平衡度が悪化する。

【0102】以上の結果から、弾性表面波フィルタ素子2の隣り合うIDT間の間隔GIを、 $(0.77 + n/2) \times \lambda$ 、n=1, 2, 3, 4, 5とし、弾性表面波フィルタ素子3の隣り合うIDT間の間隔GIを $(1.27 + n/2) \times \lambda$ 、ただしnは、1~5の範囲の自然数とすることにより、平衡度と帯域幅とがともに実用上問題ないレベルとなるフィルタ特性を得ることができる。

【0103】また、温度変化による周波数変動を考慮する場合には、39MHzの帯域幅が必要となる。この場合には、弾性表面波フィルタ素子2の隣り合うIDT間の間隔GIを、 $(0.77 + n/2) \times \lambda$ 、ただしnは1~3の自然数とし、弾性表面波フィルタ素子3の隣り合うIDT間の間隔GIを $(1.27 + n/2) \times \lambda$ 、ただしnは1~3の自然数とすればよい。

【0104】さらに、平衡度が悪化することもなく、最も広い帯域幅を得るには、弾性表面波フィルタ素子2の隣り合うIDT間の間隔GIを、 $(0.77 + n/2) \times \lambda$ 、ただしn=2とし、弾性表面波フィルタ素子3の隣り合うIDT間の間隔GIを $(1.27 + n/2) \times \lambda$ 、ただしn=2とすればよいことがわかる。

【0105】LiTaO₃単結晶をX軸から中心にY軸からZ軸方向に36°~44°の範囲で回転させてなる圧電基板上においては、2種類の弾性表面波が励振され、伝搬される。1つの弾性表面波はリーキー波すなわち疑似弾性表面波であり、もう1つはSSBWと呼ばれるバルク波である。このうち、共振子やフィルタを形成するために利用されるのはリーキー波が主であり、SSBWが主に伝搬されると、伝搬損失が大きくなり、共振子のQの劣化やフィルタとしての挿入損失の増大が生じる。上記2種類の弾性表面波は混在して励振され、伝搬される。もっとも、表面の状態がより電氣的短絡に近いすなわち電極被覆率が大きい場合には、リーキー波が主に伝搬され、表面の状態がより電氣的開放に近い場合、すなわち電極被覆率が小さい場合には、SSBWが主として伝搬される。

【0106】従って、第2の弾性表面波フィルタ素子に

おける中央のIDTと、外側の第2、第3のIDTとの間の第1の間隔及び第3の弾性表面波フィルタ素子における中央の第1のIDTと外側の第2、第3のIDTとの間の第2の間隔に、少なくとも一本の電極指を挿入し、電極被覆率を高めれば、リーキー波を主に伝搬させることができ、SSBWの励振及び伝搬を抑制でき、挿入損失を低減することができる。

【0107】図8は、上記第1の間隔における電極被覆率と、帯域内挿入損失との関係を示す。実用的な帯域内挿入損失である3.0dB以下を実現するには、電極被覆率が0.5以上、すなわち50%以上必要であることがわかる。また、より一層損失を低減することが求められる用途において、挿入損失を2.5dB以下とするには、電極被覆率が0.63以上、すなわち63%以上とされればよいことがわかる。第2の間隔についても同様のことが言える。

【0108】第2の弾性表面波フィルタ素子2に入力された信号は、IDT2b、2cにより弾性表面波を励振する。この弾性表面波は、所定の伝搬方向に伝搬し、反射器2d、2eに反射され、反射された弾性表面波は励振される弾性表面波との緩衝から反射器2d、2e間で定在波が生じる。この定在波により、非常にQが高い共振となり、また励振された定在波がIDT2aに受信されることにより、IDT2aにおいて電気的な信号に変換されてフィルタとしての機能が果たされる。第3の弾性表面波フィルタ素子3においても同様の動作が行われる。ただし励振される定在波と、出力側IDT3aの位置関係により出力信号が決定されるが、弾性表面波の波長 λ の0.5倍だけIDT3bの位置をずらすことにより、位相関係が第2の弾性表面波フィルタ素子の場合に比べて反転されている。

【0109】ここで、弾性表面波フィルタ素子2の2つの反射器2d、2e間の間隔Cと、弾性表面波フィルタ素子3における2つの反射器3d、3e間の間隔Dとが異なれば、それぞれの素子における定在波の強度分布も異なることになる。従って、共振特性も変化し、フィルタとしての特性も変化する。よって、弾性表面波フィルタ素子2の2つの反射器2d、2e間の間隔Cと、弾性表面波フィルタ素子3の2つの反射器3d、3e間の間隔Dを略等しい値にすることにより、弾性表面波フィルタ素子2、3のフィルタ特性の違いが生じずに、平衡度の劣化を抑制することができる。

【0110】また、本実施例では、反射器1d、1e、2d、2e、3d、3eとしてグレーティング型反射器が用いられているが、これに限定されるものではなく、例えば圧電基板端面における反射を利用したものであってもよい。

【0111】本実施例では、入力端子（不平衡端子）4の特性インピーダンスが50 Ω であり、出力端子5、6（平衡端子）の特性インピーダンスは150 Ω とされて

いる。このような入出力インピーダンスに整合させるために、本実施例では、弾性表面波フィルタ素子1は、入力側に接続される不平衡回路の特性インピーダンスである50 Ω に整合するように、上記のように交差幅が5 λ に設定されている。また、弾性表面波フィルタ素子2、3は、出力側に接続される平衡回路の特性インピーダンスである150 Ω の1/2に整合するように、電極指交差幅は3 λ にそれぞれ設定されている。これは、平衡回路のそれぞれの端子5、6を独立した不平衡端子として見なした場合、特性インピーダンスは、平衡回路の特性インピーダンスの1/2と等しくなるためである。

【0112】このように、弾性表面波フィルタ素子1により入力側に接続される不平衡回路とのインピーダンス整合を図り、弾性表面波フィルタ素子2、3により出力側に接続される平衡回路とのインピーダンス整合を図ることにより、入出力インピーダンスの比率を自由に設定することができる。

【0113】図11は、不平衡端子4に接続された弾性表面波フィルタ素子1の交差幅と、平衡端子に接続された弾性表面波フィルタ素子2、3の電極指交差幅との比率と、帯域幅との関係を示す。図11から、交差幅比が2.0のときに最も広い帯域幅の得られることがわかる。また、上記交差幅比が3.5を超えると、帯域幅の減少が5%を超え、良品率が低下する。

【0114】図12は、不平衡端子4に接続された弾性表面波フィルタ素子1の電極指交差幅と、平衡端子5、6に接続された弾性表面波フィルタ素子2、3における電極指交差幅との比と、通過帯域内におけるVSWRの値の関係を示す。上記交差幅比が2.5のときにVSWRが最もよい値となり、1.5以下の場合にはVSWRが著しく悪化し、実用上問題となる。従って、上記電極指交差幅比は1.5～3.5の範囲に設定することが望ましい。

【0115】（第2の実施例）図13は、本発明の第2の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す平面図である。本実施例では、図示しない圧電基板上に、3個の弾性表面波フィルタ素子11～13が形成されている。なお、圧電基板としては、LiTaO₃や水晶などの適宜の圧電基板を用いることができるが、本実施例では、36°Y-X LiTaO₃が用いられている。第1～第3の弾性表面波フィルタ素子1～13の基本的な構造及び接続構造については、第1の実施例と同様であるため、同様の部分については、相当の参照番号を付することにより、第1の実施例の説明を援用することにより、説明を省略する。

【0116】第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置が第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置と異なるところは、第1～第3の弾性表面波フィルタ素子11～13における電極構造にある。

【0117】なお、後述の動作の説明から明らかなように、本実施例では、第1の弾性表面波フィルタ素子11の外側IDT、すなわち第2、第3のIDT11b、11cから出力される電気信号は、伝送位相特性が略180°異なっており、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子12、13に、振幅が等しく、位相が略180°異なる電気信号が与えられるように、各弾性表面波フィルタ素子11、12が構成されている。

【0118】本実施例では、第1の弾性表面波フィルタ素子11において、IDT11a～11cにおける電極指交差幅Wは52λとされている。なお、λは弾性表面波の波長を示す。

【0119】第1の弾性表面波フィルタ素子11において、中央に配置された第1のIDT11aの電極指の対数は、16、外側IDT、すなわち第2、第3のIDT11b、11cにおける電極指の対数はいずれも11である。また、IDT11a～11cにおける波長λIは、4.2μmである。また、反射器11d、11eにおける電極指の本数は120本であり、波長λRは4.3μmである。また、第1のIDT11aと、第2のIDT11bとの間の第1の間隔A₁が1.77λRであり、第1のIDT11aと第3のIDT11cとの間の第2の間隔B₁が2.27λRとされている。

【0120】第2の弾性表面波フィルタ素子12では、電極指交差幅は31λであり、中央に配置された第1のIDT12aの電極指の対数は、16、外側IDT、すなわち第2、第3のIDT12b、12cにおける電極指の対数はいずれも11である。また、IDT12a～12cにおける波長λIは、4.2μmである。また、反射器12d、12eにおける電極指の本数は120本であり、波長λRは4.3μmである。また、第1のIDT12aと、第2のIDT12bとの間の間隔A₂が1.77λRであり、第1のIDT12aと第3のIDT12cとの間の間隔B₂が1.77λRとされている。

【0121】また、第3の弾性表面波フィルタ素子13は、第2の弾性表面波フィルタ素子12と同様に構成されている。第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置の入力端子4を不平衡入力端子とし、出力端子5、6を平衡出力端子として用いる場合の動作について説明する。

【0122】入力端子4に電気信号が入力された場合、第1の弾性表面波フィルタ素子の第1のIDT11aにより弾性表面波は励振される。この弾性表面波は、電極指の延びる方向と直交する方向に伝搬し、反射器11d、11eにより反射され、反射された弾性表面波は励振される弾性表面波と干渉し、2つの反射器11d、11e間に定在波が生じる。この定在波が生じることにより、非常にQの高い共振となり、励振された定在波が出力側のIDT11b、11cに受波される。従って、電気的な信号に変換され、第1の弾性表面波フィルタ素子

11がフィルタとして動作する。

【0123】この場合、形成される定在波と、出力側のIDT11b、11cとの位置関係により出力信号が決定されるが、弾性表面波の波長λの約0.5倍だけIDT11b、11cのいずれかをずらすことにより位相関係を反転させることができる。第2の実施例では、IDT11bから出力される電気信号と、IDT11cから出力される電気信号とが位相特性が略180°異なるように、第1、第2の間隔A₁、B₁が上記のように定められている。従って、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子12、13には、振幅が等しく、かつ位相が180°異なる電気信号が与えられる。さらに、出力された信号が第2、第3の弾性表面波フィルタ素子12、13により、フィルタリングされ、フィルタリングされた信号が平衡信号として出力端子5、6に出力される。

【0124】前述した図5及び図6の結果から、第2の実施例においても、IDT11aと、IDT11bとの間の第1の間隔A₁と、IDT11aと、IDT11cとの間の第2の間隔B₁との差を0.48λ～0.525λの範囲に設定すればよいことが推測される。

【0125】また、上記IDT-IDT間の間隔を、 $(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda$ 、〔ただしnは0～4の整数〕と、 $(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda$ 、〔ただしnは0～4の整数〕との組み合わせとすることにより、平衡度の劣化を防止し、広帯域な特性が得られる。

【0126】さらに、第1の実施例の場合と同様に、第2の弾性表面波フィルタ素子12における中央のIDT12aと、外側の第2、第3のIDT12b、12cとの間の第1の間隔及び第3の弾性表面波フィルタ素子における中央の第1のIDT13aと、外側の第2、第3のIDT13b、13cとの間の第2の間隔に、少なくとも一本の電極指を挿入し、上記間隔の領域における電極被覆率を高めれば、リーキー波を主に伝搬させることができ、挿入損失を低減することができる。本実施例では、従って、上記第1、第2の間隔における電極被覆率が63%とされ、それによって挿入損失の低減が図られる。

【0127】また、本実施例では、第1、第2の間隔が異なっており、それによって振幅平衡度の悪化が防止されている。また、第1の弾性表面波フィルタ素子11における第1のIDT11aから反射器11dまでの距離Pと、第1のIDT11aから反射器11eまでの距離Q₂とが等しくされており、それによって第1の弾性表面波フィルタ素子において形成される定在波の励振強度分布の非対称性が解消されている。従って、IDT11b、11cが受波し得る弾性表面波の強度が等しくされ、それによって平衡度の悪化が抑制される。なお、距離P、Qは、それぞれ、IDT11aの信号線に接続される電極指のうち、最外側の電極指の中心と、反射器1

1 d, 11 eの最内側の電極指の中心との間の距離をいう。

【0128】(第3の実施例)図14は、第3の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図である。第3の実施例においても、第1～第3の弾性表面波フィルタ素子31～33が圧電基板上に形成されている。各弾性表面波フィルタ素子31～33は、第2の実施例と同様に構成されている。従って、第2の実施例と同様の部分については、第2の実施例の説明を援用することにより、省略する。

【0129】もっとも、第3の実施例では、弾性表面波フィルタ素子31と、弾性表面波フィルタ素子32、33との接続構造が、第2の実施例と異なる。すなわち、第3の実施例では、第1～第3の弾性表面波フィルタ素子31～33の外側IDTすなわち31 b, 31 c, 32 b, 32 c, 33 b, 33 cが接地されず、フロート接続されている。

【0130】より具体的には、第1の弾性表面波フィルタ素子31の第2のIDT31 bの一方のくし歯電極が第2の弾性表面波フィルタ素子32の第2、第3のIDT32 b, 32 cの一方端に接続されている。他方、IDT31 bの他方端が、第2の弾性表面波フィルタ素子32のIDT32 b, 32 cの他方端に接続されている。同様に、第1の弾性表面波フィルタ素子31の第3のIDT31 cの第1の端部が、第3の弾性表面波フィルタ素子33の第2、第3のIDT33 b, 33 cの第1の端部に接続されており、IDT31 cの第2の端部が、IDT33 b, 33 cの第2の端部に接続されている。

【0131】なお、31 d, 31 e, 32 d, 32 e, 33 d, 33 eは反射器を示す。その他の点については、第2の実施例と同様である。従って、第3の弾性表面波フィルタ装置においても、第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様に動作させることができ、同様の効果が得られる。加えて、上記接続構造を有するため、接地用ボンディングパッドの数を著しく少なくすることができ、弾性表面波フィルタ装置の小型化を進めることができ、さらにボンディングパッド及びボンディングパッドとの接続配線に起因する寄生容量を低減することができる。

【0132】(第4の実施例)図15は、本発明の第4の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図である。

【0133】本実施例の弾性表面波フィルタ装置では、図示しない圧電基板上に、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子41、42が構成されている。圧電基板としては、圧電セラミックスや圧電単結晶などからなる圧電基板を用いることができ、本実施例では36° Y-X LiTaO₃ 基板が用いられている。

【0134】第1、第2の弾性表面波フィルタ素子4

1, 42は、いずれも3個のIDT41 a～41 c, 42 a～42 cを有する共振型弾性表面波フィルタ素子である。

【0135】弾性表面波フィルタ素子41の中央の第1のIDT41 aの第1の端部と、第2の弾性表面波フィルタ素子42の中央の第1のIDT42 aの第1の端部とが共通接続されて入力端子4に接続されている。

【0136】また、第1のIDT41 a, 42 aの第2の端部は接地されている。他方、外側IDT、すなわちIDT41 b, 41 cが出力端子5に、外側IDT、すなわち第2、第3のIDT42 b, 42 cの一方の端部が出力端子6に接続されている。なお、第2、第3のIDT41 b, 41 c, 42 b, 42 cの他方端部は接地されている。

【0137】また、IDT41 a～41 c, 42 a～42 cが設けられている領域の両側には、それぞれ、反射器41 d, 41 e, 42 d, 42 eが配置されている。本実施例では、第1の弾性表面波フィルタ素子41の伝送位相特性が、第2の弾性表面波フィルタ素子42の伝送位相特性に対して略180°異ならされている。

【0138】より具体的には、第1の弾性表面波フィルタ素子41は、電極指交差幅Wが31 λとされており、IDT41 aの電極指の対数が16、IDT41 b, 41 cの電極指の対数が11である。また、IDT41 a～41 cのλIは4.2 μmであり、反射器41 d, 41 eの電極指の本数は120本であり、反射器41 d, 41 eにおける波長λRは4.3 μmとされている。そして、IDT41 aと、IDT41 b, 41 cとの間の第1の間隔G_{I1}は1.75 λRとされている。

【0139】第2の弾性表面波フィルタ素子42では、IDT42 aと、IDT42 b, 42 cとの間の第2の間隔G_{I2}が2.25 λRとされていることを除いては、第1の弾性表面波フィルタ素子41と同様に構成されている。上記のように、第1の間隔と第2の間隔が異ならされており、それによって第1の弾性表面波フィルタ素子41と第2の弾性表面波フィルタ素子42とは伝送振幅特性がほぼ等しく、かつ伝送位相特性は略180°異なっている。

【0140】本実施例の弾性表面波フィルタ装置の入力端子4が不平衡端子であり、該入力端子4を入力とし、平衡出力端子5, 6を出力端子として用いた場合の動作を説明する。

【0141】入力端子4に電気信号が入力されると、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子41, 42に、同位相及び同振幅の信号が印加される。この信号が、IDT41 a, 42 aに印加され、表面波が励振される。この表面波が、電極指の延びる方向と直交する方向に伝搬し、反射器41 d, 41 e, 42 d, 42 eに反射される。従って、反射された弾性表面波は、励振される弾性表面波と緩衝し、2つの反射器41 d, 41 eまたは4

2 d, 4 2 e 間で定在波が形成される。従って、非常に Q の高い共振となり、励振された定在波が出力端子 5, 6 に接続された I D T 4 1 b, 4 1 c, 4 2 b, 4 2 c に受波され、電気的な信号に変換される。このとき励振される定在波と、出力側 I D T 4 1 b, 4 1 c, 4 2 b, 4 2 c の位置関係とにより出力信号が決定される。

【0142】本実施例では、弾性表面波フィルタ素子 4 1 における I D T 4 1 a と、I D T 4 1 b, 4 1 c との間の第 1 の間隔と、第 2 の弾性表面波フィルタ素子 4 2 における I D T 4 2 a と、I D T 4 2 b, 4 2 c との間の間隔が、弾性表面波の波長の 0.50 倍だけ異なされている。従って、第 1 の弾性表面波フィルタ素子 4 1 から出力される信号と、第 2 の弾性表面波フィルタ素子 4 2 から出力される信号とは、位相が反転している。

【0143】よって、弾性表面波フィルタ素子 4 1, 4 2 は、伝送位相特性が 180° 異なる特性を持ち、平衡出力端子である出力端子 5, 6 には、振幅が等しく、かつ位相が 180° 異なる電気信号が導出される。

【0144】なお、本実施例では、2 個の弾性表面波フィルタ素子 4 1, 4 2 を用いた 1 段構成のフィルタであるため、帯域内挿入損失を非常に小さくすることができる。第 4 の実施例の弾性表面波装置のフィルタ特性を図 16 に示す。図 16 から明らかなように、通過帯域内における損失を低減し得ることがわかる。

【0145】第 4 の実施例においても、図 5 及び図 6 の結果から、第 1 の間隔と第 2 の間隔との差は、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ の範囲に設定すればよいといえることができる。

【0146】また、第 1 の間隔と第 2 の間隔とは、 $(n/2+1.22)\times\lambda \sim (n/2+1.33)\times\lambda$ 、〔ただし n は 0~4 の整数〕と、 $(n/2+1.72)\times\lambda \sim (n/2+1.83)\times\lambda$ 、〔ただし n は 0~4 の整数〕との組み合わせとすることで、平衡度の劣化を防止し、広帯域な特性を得ることができ。

【0147】また、第 4 の実施例においても、第 1 の実施例と同様に、第 1, 第 2 の間隔に、一本以上の電極指を挿入し、電極被覆率を高めることにより、リーキー波を主に伝搬させることができ、SSBW の励振・伝搬を抑制することができる。従って、第 1, 第 2 の間隔における電極被覆率を、好ましくは 50% 以上、より好ましくは 63% 以上とすることにより、低損失の弾性表面波フィルタ装置を提供することができる。

【0148】本実施例では、第 2 の弾性表面波フィルタ素子 4 2 において、出力側 I D T 4 2 b, 4 2 c の位置関係が第 1 の弾性表面波フィルタ素子における出力側 I D T 4 1 b, 4 1 c の位置に比べて、弾性表面波の波長の 0.5 倍だけずらされているので、上記のように位相関係が反転されている。

【0149】ここで、第 1 の弾性表面波フィルタ素子 4 1 の 2 つの反射器 4 1 d, 4 1 e 間の間隔と、第 2 の弾

性表面波フィルタ素子 4 2 の 2 つの反射器 4 2 d, 4 2 e 間の間隔とが異なれば、各素子における定在波の強度分布が変わる。従って、共振特性も変化し、フィルタとしての特性も変わることが予想される。よって、好ましくは、反射器 4 1 d, 4 1 e 間の間隔 P_1 と、反射器 4 2 d, 4 2 e 間の間隔 Q_1 を略等しくし、それによって平衡度の劣化を抑制することができる。

【0150】なお、第 4 の実施例においても、反射器 4 1 d~4 2 e については、グレーティング型反射器が図示されているが、例えばチップ端面における反射を用いた反射器のような他の適宜の構造の反射器を用いることができる。

【0151】また、弾性表面波フィルタ素子 4 1 の中央の I D T 4 1 a と、弾性表面波フィルタ素子 4 2 の中央の I D T 4 2 a とを圧電基板上の電極パターンにより共通接続し、かつ不平衡入力端子 4 に接続することにより、弾性表面波フィルタ素子 4 1 の有する寄生容量と、弾性表面波フィルタ素子 4 2 の有する寄生容量とが共有されることになる。従って、平衡度がそれによっても改善される。

【0152】(第 5 の実施例) 第 5 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を第 17 図に略図的平面図で示す。

【0153】本実施例においても、第 4 の実施例と同様に、2 個の共振子型弾性表面波フィルタ素子が用いられている。すなわち、第 1, 第 2 の弾性表面波フィルタ素子 5 1, 5 2 が、圧電基板上に構成されている。また、第 1, 第 2 の弾性表面波フィルタ素子 5 1, 5 2 において、それぞれ、中央の I D T 5 1 a, 5 2 a と、外側の第 2, 第 3 の I D T 5 1 b, 5 1 c, 5 2 b, 5 2 c との間の浮き電極指 5 3 a~5 3 d がそれぞれ挿入されている。I D T 5 1 a~5 1 c 及び反射器 5 1 d, 5 1 e は、第 4 の実施例の弾性表面波フィルタ素子 4 1 の I D T 4 1 a~4 1 c 及び反射器 4 5 d, 4 5 e とほぼ同様に構成されている。また、第 2 の弾性表面波フィルタ素子 5 2 の I D T 5 2 a~5 2 c 及び反射器 5 2 d, 5 2 e は、第 4 の実施例の第 2 の弾性表面波フィルタ素子 4 2 の I D T 4 2 a~4 2 c 及び反射器 4 2 d, 4 2 e とほぼ同様に構成されている。

【0154】本実施例のように、浮き電極指 5 3 a~5 3 d を、I D T とは独立に形成してもよく、それによって I D T 間の間隔の電極被覆率を 50% 以上とすることができる。

【0155】(第 6 の実施例) 図 18 は、第 6 の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置を説明するための略図的平面図である。図示しない圧電基板上に、1 つの弾性表面波フィルタ素子 6 1 が構成されている。圧電基板としては、本実施例では $36^\circ Y-X LiTaO_3$ 基板が用いられているが、他のカット各の $LiTaO_3$ 基板や、他の圧電材料からなる圧電基板を適宜用いることが

できる。

【0156】弾性表面波フィルタ素子61では、3個のIDT61a～61cが表面波伝搬方向に沿って形成されている。IDT61a～61cが設けられている領域の両側に、反射器61d、61eが形成されている。

【0157】本実施例では、中央の第1のIDT61aの一端が不平衡入力端子である入力端子4に接続されている。IDT61aの他端は接地されている。外側の第2、第3のIDT61b、61cの一端が、平衡出力端子である出力端子5、6に接続されており、各他端は接地されている。反射器61d、61eは、グレーティング型反射器で構成されているが、他の反射器で構成されていてもよい。

【0158】IDT61a～61cの電極指交差幅Wは 31λ とされており、IDT61aの電極指の対数は16、IDT61b、61cの電極指の対数はいずれも11とされている。また、IDT61a～61cにおける表面波の波長 λ_I は、 $4.2\mu\text{m}$ である。

【0159】反射器61d、61eにおける電極指の本数は各120本であり、波長 λ_R は $4.3\mu\text{m}$ である。IDT61aと、IDT61bとの間の第1の間隔 J_{I1} は $1.75\lambda_R$ であり、IDT61aと、IDT61cとの間の第2の間隔 J_{I2} は $2.25\lambda_R$ である。

【0160】本実施例の弾性表面波フィルタ装置では、入力端子4からIDT61aに電気信号が入力されると、第1～第5の実施例の場合と同様に、反射器61d、61e間に定在波が形成される。この定在波により、非常に高い共振が得られ、励振された定在波がIDT61b、61cで受波され、出力端子5、6から取り出される。

【0161】本実施例においても、励振される定在波と、出力側IDT61b、61cの位置関係により、出力信号が決定される。本実施例では、IDT61a、61b間の第1の間隔と、IDT61a、IDT61aとIDT61cとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長の0.50倍だけ異なるため、IDT61b、61cの出力信号の位相が反転されている。

【0162】従って、IDT61bから出力される電気信号と、IDT61cから出力される電気信号とは伝送位相特性が 180° 異なる特性を持つので、出力端子5、6から、振幅が等しく、位相が 180° 異なる電気信号が導出される。

【0163】本実施例においても、図5及び図6の結果から、第1、第2の間隔の差は $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ の範囲に設定すればよいことがわかる。また、IDT間の間隔 J_{I1} 、 J_{I2} は、 $(n+1.22) \times \lambda \sim (n+1.33) \times \lambda$ 、〔ただしnは0～4の整数〕と、 $(n+0.72) \times \lambda \sim (n+0.83) \times \lambda$ 、〔ただしnは0～4の整数〕との組み合わせとすることにより、平衡度の劣化を抑制することができ、広帯域な特性

が得られる。

【0164】さらに、本実施例においては、IDT61b、61cの最内側の電極指が幅広とされており、それによってIDT間の間隔 J_{I1} 、 J_{I2} における電極被覆率が0.63とされている。従って、IDT間の間隔 J_{I1} 、 J_{I2} における伝搬損失が小さくされている。よって、第1、第2の間隔が異なることによる振幅平衡度の悪化が防止される。

【0165】また、中央のIDT61aから反射器61d、61eまでの距離P、Qを等しくすることにより、定在波の励振強度分布の非対称性が解消され、平衡度の悪化を防止することができる。

【0166】(第7の実施例)図19は、本発明の第7の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の略図的平面図である。第7の実施例では、中央の第1のIDT71aと、外側の第2、第3のIDT71b、71c間の間隔に、それぞれ、浮き電極指72、73が配置されている。その他の点については、第6の実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様に構成されている。本実施例においても、第6の実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様に各IDT71a～71c及び反射器71d、71eが構成されているので、第6の実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様の効果を得ることができる。

【0167】また、浮き電極指72、73が設けられているので、第1、第2の間隔における電極被覆率が高められ、伝搬損失を低減することができる。好ましくは、電極被覆率は5%以上、より好ましくは63%以上とされる。

【0168】(第8の実施例)図20は、本発明の第8の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置を説明するための略図的平面図である。図示しない圧電基板上に、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子81、82が構成されている。第1、第2の弾性表面波フィルタ素子81、82は、第4の実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様に構成されている。異なるところは、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子81、82の中央の第1のIDT81a、82aと、入力端子4との間に、第1の弾性表面波共振器83が接続されること、並びに第1、第2の弾性表面波フィルタ素子81、82の外側の第2、第3のIDT81b、81c、82b、82cと、出力端子5、6との間に、それぞれ、一端子対弾性表面波共振器84、85が接続されていることにある。なお、81d、81e、82d、82eは、反射器を示す。

【0169】上記第1の弾性表面波共振器83は、1個のIDT83aと、1個のIDTの両側に配置されたグレーティング型反射器(図示せず)とを有する。第1の弾性表面波共振器83のIDT83aの電極指交差幅Wは 20λ 、電極指の対数Nは80であり、IDTの波長 λ_I は $4.20\mu\text{m}$ であり、図示されていない反射器の電極指の本数は120本である。

【0170】また、出力端子5、6に接続されている第2、第3の一端子対弾性表面波共振器84、85は、第1の弾性表面波共振器83と同様に構成されている。本実施例では、上記第1～第3の弾性表面波共振器83～85が接続されているので、図21に示すように、第4の実施例に比べて、通過帯域外の減衰量を大きくすることができる。なお、図21において、実線は第8の実施例の弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示し、破線は第4の実施例の弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示す。

【0171】（第9の実施例）図22は、第9の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図である。第9の実施例の弾性表面波フィルタ装置は、第6の実施例の弾性表面波フィルタ装置の入力側及び出力側に、第8の実施例と同様に、第1～第3の弾性表面波共振器93～95を接続した構造に相当する。

【0172】なお、弾性表面波フィルタ素子91については、第6の実施例の弾性表面波フィルタ素子61とはほぼ同様に構成されている。また、中央の第1のIDT91aと、入力端子4との間に接続されている第1の弾性表面波共振器93、第2、第3のIDT91b、91cと出力端子5、6との間に接続されている第2、第3の弾性表面波共振器94、95は、第8の実施例で用いた弾性表面波共振器83～85と全く同様に構成されている。

【0173】本実施例においても、第8の実施例と同様に、第1～第3の弾性表面波共振器が、弾性表面波フィルタ素子の入力側と入力端子との間及び弾性表面波共振器の出力側と出力端子との間に接続されているので、通過帯域近傍における減衰量、特に高域側における減衰量を増大することができる。

【0174】（第10の実施例）図23は、第10の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図である。本実施例は、第8の実施例の弾性表面波フィルタ装置において、第2の弾性表面波共振器84と、出力端子6との間に第4の弾性表面波共振器101を接続した構造に相当する。言い換えれば、第4の弾性表面波共振器101は、出力端子5、6に並列に接続されている。この第4の弾性表面波共振器101は、1つのIDTと、その両側に配置されているが、図示されていないグレーティング型反射器とを有する。第4の弾性表面波共振器101は、IDTの電極指交差幅Wが15 μ m、電極指の対数は50、IDTの波長 λ Iは4.40 μ m、反射器の電極指の本数は120本とされている。

【0175】第8の実施例の弾性表面波フィルタ装置に、本実施例に従って第4の弾性表面波共振器101を接続することにより、平衡出力端子5、6側において、梯子型フィルタ回路が構成される。この梯子型フィルタ回路の減衰極を、弾性表面波フィルタの通過帯域の低域側と高域側とに位置することにより、減衰量をより一層

大きくすることができ、選択度を高めることができる。

【0176】また、上記弾性表面波共振器101は、平衡出力端子5、6間に橋渡しのかたちで接続されているので、平衡端子5、6への影響が等しく、平衡度の悪化要因を相殺する。従って、平衡度を悪化させることなく、通過帯域外減衰量の増大を図ることができる。

【0177】第1～第10の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の説明では、圧電基板上に形成されている電極構造のみを示したが、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、様々なパッケージ構造を採用することによりチップ型弾性表面波フィルタ装置として構成することができる。

【0178】第11の実施例は、このようなパッケージに内蔵された部品としての弾性表面波フィルタ装置に関する。図24に示すように、圧電基板102上に、所定の電極を形成することにより、本発明に従った弾性表面波フィルタ素子が構成される。この弾性表面波フィルタ素子が、凹部103aを有するパッケージ103に収納される。

【0179】本実施例では、弾性表面波フィルタ素子を構成する圧電基板102が矩形板状の形状を有し、中心を通る対称軸Xを有する。他方、パッケージ103も平面形状が矩形であり、中心を通る対称軸Yを有する。本実施例では、圧電基板102の対称軸Xと、パッケージ103の対称軸Yとが一致するように、圧電基板102がパッケージ103内に固定される。さらに、図24では図示を省略されているが、弾性表面波フィルタ素子とパッケージ103上に設けられた電極パッドとをボンディングワイヤーにより接続する。この電極パッドやボンディングワイヤーについても、上記対称軸X、Yに対して線対称に配置される。

【0180】上記のように、圧電基板102の対称軸Xとパッケージ103の対称軸Yとを一致させることにより、平衡出力端子の各端子に接続される弾性表面波フィルタ上の配線の電気長や寄生容量の値を等しくことができ、平衡度の悪化を抑制することができる。

【0181】また、パッケージの中心を通り対称軸Yに対して線対称の構造とすることにより、平衡端子に接続されるパッケージ内の配線の有する電気長や寄生容量の値を等しくことができ、それによっても平衡度の悪化を抑制することができる。従って、平衡度を悪化させる要因を極めて小さくすることができ、結果として、平衡度に優れた平衡－不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を提供することができる。

【0182】さらに、上記のように、電極パッドやワイヤボンディングの配置についても、対称軸X、Yに関して線対称とすることにより、平衡度をより一層高めることができる。

【0183】なお、ワイヤボンディングに代えて、バンパボンディングにより電氣的接続を行う場合にも、バン

ブボンディング位置を線対称に配置することにより、同様の効果が得られる。特にバンプボンディングでは、チップの配置位置によってワイヤ長が変わってしまうワイヤボンディングと比較して、平衡度は良好となる。

【0184】図25は、本発明の第12の実施例として、周波数が異なる不平衡—平衡型弾性表面波フィルタが同一圧電基板上に形成されている弾性表面波フィルタを示す模式的平面図である。この弾性表面波フィルタ111は、同一圧電基板112上に、図20に示した弾性表面波フィルタ装置と同一の弾性表面波フィルタ装置113、114を配置した構造を有する。この場合、弾性表面波フィルタ装置113を、例えば900MHz帯の帯域フィルタとして、弾性表面波フィルタ装置114を1900MHz帯の帯域フィルタとして形成することにより、上記のように周波数が異なる2つの不平衡—平衡型弾性表面波フィルタ装置113、114を同一圧電基板112を用いて構成することができ、帯域フィルタの小型化を図ることができる。

【0185】なお、図25では、圧電基板上の電極パッドと図示しないパッケージ状の電極パターンやアース電位に接続される電極パターンとの接続はボンディングワイヤーにより行われているが、ボンディングワイヤー以外の方法により電氣的に接続されていてもよい。

【0186】図26は、図25に示した弾性表面波フィルタ装置111を用いた通信機における、アンテナ共用器を示す概略構成図である。ここでは、弾性表面波フィルタ装置113、114の入力端がアンテナANTに共通接続されている。そして、弾性表面波フィルタ装置113、114の出力端が、それぞれ、送信側出力端Tx及び受信側出力端Rxとされている。

【0187】なお、図25では、周波数が異なるフィルタが同一の圧電基板112を用いて構成されていたが、図27に示すように、周波数の異なる弾性表面波フィルタ装置113、114は、それぞれ、異なる圧電基板112a、112bを用いて構成してもよい。ここでは、異なる圧電基板112a、112bを用いて構成された弾性表面波フィルタ装置113、114が、それぞれ、パッケージ116内に収納される。

【0188】図30～32は、それぞれ、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに他の実施例を説明するための各底面図である。図30に示す弾性表面波フィルタ装置301は、図示されているケース材302を有する。ケース材302は、本実施例では板状のケース基板であり、図示されていない側の面にフリップチップボンディング工法により本発明に係る弾性表面波フィルタ装置が搭載される。

【0189】上記ケース材302の下面302aには、弾性表面波フィルタ装置と電氣的に接続され、かつ外部と電氣的に接続するための1つの外部入力端子303と、2つの外部出力端子304、305が設けられてい

る。この場合、弾性表面波フィルタ装置の不平衡信号端子に、外部入力端子303が接続され、弾性表面波フィルタ装置の一对の平衡信号端子に、外部出力端子304、305が電氣的に接続されている。本実施例では、外部入力端子303に対し、2つの外部出力端子304、305が、図示の破線で示す対称軸を介して略線対称に配置されている。このように、2つの外部出力端子304、305を外部入力端子303に対して略線対称に配置することにより、平衡度が高められる。

【0190】加えて、2つの外部出力端子304、305間に、好ましくは中央に、アース端子306が配置されており、それによって平衡度がより一層高められている。また、外部入力端子303と外部出力端子304との間、外部入力端子303と外部出力端子305との間に、好ましくは中央に、それぞれ、アース端子307、308が配置されており、それによって外部入出力端子間における直達成分を抑制することが可能とされている。

【0191】図31に示す弾性表面波フィルタ装置311においても、同様に、外部入力端子313に対し、外部出力端子314、315が略線対称に配置されている。従って、図30に示した弾性表面波フィルタ装置301と同様に平衡度を高めることができる。ここでは、外部入力端子313と外部出力端子314、315との間に、アース端子316、317が配置されており、それによって入出力端子間の直達成分の抑制が図られている。

【0192】なお、図30及び31では、板状のケース材302、312が用いられているが、ケース材の形状はこれに限定されず、弾性表面波フィルタ装置を密封するパッケージによりケース材が構成されていてもよい。

【0193】また、図32に示す弾性表面波フィルタ装置321では、圧電基板322の下面が示されている。この圧電基板322の上面側に、弾性表面波フィルタ素子が構成されている。圧電基板322の下面には、弾性表面波フィルタ素子に電氣的に接続され、かつ不平衡信号端子として用いられる外部入力端子323が導電膜により形成されている。また、平衡信号端子として用いられる2つの外部出力端子324、325が、外部入力端子323に対して略線対称に位置するように設けられている。弾性表面波フィルタ装置321においても、2つの外部出力端子324、325間の中央にアース端子326が配置されており、それによって平衡度がさらに高められている。また、外部入力端子323と外部出力端子324との間及び外部入力端子323と外部出力端子325との間に、それぞれ、アース端子327、328が配置されており、直達成分の抑制が図られている。

【0194】図33は、本発明に係る弾性表面波装置を用いた通信機160を説明するための各概略ブロック図である。図33において、アンテナ161に、デュプレ

クサ162が接続されている。デュプレクサ162と受信側ミキサ163との間に、RF段を構成する弾性表面波フィルタ164及び増幅器165が接続されている。さらにミキサ163にIF段の表面波フィルタ169が接続されている。また、デュプレクサ162と送信側のミキサ166との間には、RF段を構成する増幅器167及び弾性表面波フィルタ168が接続されている。

【0195】上記通信機160における表面波フィルタ164、168として本発明に従って構成された弾性表面波装置を好適に用いることができる。

【0196】

【発明の効果】第1の発明に係る弾性表面波フィルタ装置によれば、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子の帯域内における伝送振幅特性が略一致しており、伝送位相特性が略180°異なるように構成されており、第2の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTと、第3の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTとが、第1の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTに接続されているので、第1の弾性表面波フィルタ素子に接続される端子を不平衡端子、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子に接続される端子を平衡端子とすることにより、平衡—不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を構成することができる。この場合、従来、4つの弾性表面波フィルタ素子を必要としていたのに対し、第1の発明によれば、3個の弾性表面波フィルタ素子を用いることにより、平衡—不平衡変換機能が実現される。従って、平衡—不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置の小型化及びコストの低減を果たし得る。

【0197】また、弾性表面波フィルタ素子の数を低減し得るので、寄生容量を減らすことができ、それによって平衡度の劣化も生じ難い。従って、広帯域化も容易である。

【0198】第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子の帯域内における伝送振幅特性が略一致し、伝送位相特性が略180°異なるように構成されており、第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTが、第2の弾性表面波フィルタ素子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ素子の第3のIDTが第3の弾性表面波フィルタ素子のIDTに接続されているので、第1の弾性表面波フィルタ素子に接続される端子を不平衡端子、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子に接続される端子を平衡端子とすることにより、平衡—不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を構成することができる。この場合、従来、4つの弾性表面波フィルタ素子を必要としていたのに対し、第2の発明によれば、3個の弾性表面波フィルタ素子を用いることにより、平衡—不平衡変換機能が実現される。従って、平衡—不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置の小型化及びコストの低減を果たし

得る。

【0199】また、弾性表面波フィルタ素子の数を低減し得るので、寄生容量を減らすことができ、それによって平衡度の劣化も生じ難い。従って、広帯域化も容易である。

【0200】第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1の間隔と第2の間隔とが、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ 異なるように構成されている場合には、振幅の平衡度を1.5dB以下、位相の平衡度を20°以下とすることができ、平衡度の劣化を確実に防止することができる。

【0201】第1の間隔及び第2の間隔が、それぞれ、式1及び式2を満たす場合には、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の劣化を抑制することができる。さらに、第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、式3及び式4を満たすように第1、第2の間隔が選ばれている場合には、温度変化による周波数変動を考慮したとしても、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の悪化を抑制することができる。

【0202】さらに、第1の間隔を $1.72\lambda \sim 1.83\lambda$ 、第2の間隔が $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$ の範囲にある場合には、平衡度の悪化をより確実に抑制することができ、かつ帯域幅を十分な広さとすることができる。

【0203】第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、LiTaO₃単結晶をX軸を中心にY軸からZ軸方向に36°～44°の範囲で回転されているLiTaO₃基板を用い、第1、第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔に、少なくとも一本の電極指が挿入されており、該電極指が挿入された間隔における電極被覆率が50%以上とされている場合には、リーキー波が周囲に伝搬され、それによって挿入損失の低減を図ることができる。特に、電極被覆率が63%以上である場合には、より一層挿入損失を低減することができる。

【0204】第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1の反射器と第2の反射器との間隔が、第3の反射器と第4の反射器との間隔と略等しくされている場合には、第2の弾性表面波フィルタ素子及び第3の弾性表面波フィルタ素子のフィルタ特性がほぼ等しくなり、平衡度の劣化をより確実に抑制することができる。

【0205】第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、第1～第3の弾性表面波フィルタ素子を備え、第2の弾性表面波フィルタ素子が第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTに接続されており、第3の弾性表面波フィルタ素子が、第1の弾性表面波フィルタ素子の第3のIDTに接続されており、第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTと、第3のIDTの入力または出力に対する位相差が、通過帯域内において約180°異なるので、第1の弾性表面波フィルタ素子に接続される端子を不平衡端子、第2、第3の弾性表面波フィルタ

素子に接続される端子を平衡端子とすることにより、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を構成することができる。この場合、従来、4つの弾性表面波フィルタ素子を必要としていたのに対し、第3の発明によれば、3個の弾性表面波フィルタ素子を用いることにより、平衡-不平衡変換機能が実現される。従って、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置の小型化及びコストの低減を果し得る。

【0206】また、弾性表面波フィルタ素子の数を低減し得るので、寄生容量を減らすことができ、それによって平衡度の劣化も生じ難い。従って、広帯域化も容易である。

【0207】第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1、第2の間隔が、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ だけ異なる場合には、振幅の平衡度を1.5 dB以下、位相の平衡度を 20° 以下とすることができ、平衡度の劣化を確実に防止することができる。

【0208】第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1、第2の間隔が式1、2を満たす場合には、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の劣化を抑制することができる。

【0209】第3の発明において、第1、第2の間隔が式3、4を満たす場合には、温度変化による周波数変動を考慮したとしても、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の悪化を抑制することができる。

【0210】第1の間隔が $1.72\lambda \sim 1.88\lambda$ の範囲にあり、第2の間隔が $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$ の範囲にある場合には、平衡度の悪化をより確実に抑制することができ、かつ帯域幅を十分な広さとすることができる。

【0211】第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1のIDTの中心から第1の反射器までの距離と、第1のIDTの中心から第2の反射器までの距離が等しくされている場合には、平衡度の劣化をより確実に抑制することができる。

【0212】第1～3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1の弾性表面波フィルタ素子を構成しているIDTの電極指交差幅は、第2の弾性表面波フィルタ素子及び第3の弾性表面波フィルタ素子を構成している各IDTの電極指交差幅の1.5～3.5倍の範囲にある場合には、通過帯域内におけるVSWR値の悪化を抑制することができる。

【0213】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、第2の弾性表面波フィルタ素子の通過帯域内における伝送特性が、第1の弾性表面波フィルタ素子の伝送振幅特性と略一致しており、伝送位相特性が第1の弾性表面波フィルタ素子と略 180° 異なるように構成されており、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子の一方の端子が電氣的に並列に接続されており、他方の端子が電氣的に直列に接続されており、並列に接続されている端

子が不平衡端子、直列に接続されている端子が平衡端子を構成しているので、第1～第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置と同様に、平衡-不平衡変換機能が実現される。しかも2個の弾性表面波フィルタ素子を用いて構成されているので、より一層小型化及び低コスト化を果し得る。

【0214】また、第4の発明に係る弾性表面波フィルタ素子において、第1、第2の間隔が、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ 異なる場合には、振幅の平衡度を1.5 dB以下、位相の平衡度を 20° 以下とすることができ、平衡度の劣化を確実に防止することができる。

【0215】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1、第2の間隔が、式1、2を満たす場合には、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の劣化を抑制することができる。

【0216】また、第1、第2の間隔が式3、4を満たす場合には、温度変化による周波数変動を考慮したとしても、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の悪化を抑制することができる。

【0217】また、第4の発明において、第1の間隔が $1.72\lambda \sim 1.88\lambda$ の範囲にあり、第2の間隔が $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$ の範囲にある場合には、平衡度の悪化をより確実に抑制することができ、かつ帯域幅を十分な広さとすることができる。

【0218】第4の発明においても、圧電基板がLiTaO₃。単結晶をX軸を中心にY軸からZ軸方向に $36 \sim 44^\circ$ の範囲で回転されているLiTaO₃。基板を用い、第1、第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔に、少なくとも一本の電極指が挿入されており、該電極指が挿入された間隔における電極被覆率が50%以上とされている場合には、リーキー波が周囲に伝搬され、それによって挿入損失の低減を図ることができる。特に、電極被覆率が63%以上である場合には、より一層挿入損失を低減することができる。

【0219】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1の反射器と第2の反射器との間の間隔が、第3の反射器と第4の反射器との間隔と略等しくされている場合には、第2の弾性表面波フィルタ素子及び第3の弾性表面波フィルタ素子のフィルタ特性がほぼ等しくなり、平衡度の劣化をより確実に抑制することができる。

【0220】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子と、第2の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子とが、圧電基板上において電極パターンにより接続されている場合には、寄生容量の低減を図ることができ、それによって挿入損失のより一層の低減を図ることができる。

【0221】第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、第1～第3のIDTを有する1つの弾性表面波フィ

ルタ素子を備え、第1、第2のIDT間の第1の間隔と、第1、第3のIDT間の第2の間隔が式1及び2を満たし、第1のIDTが不平衡端子を構成し、第2、第3のIDTが平衡端子に接続されているので、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を構成することができる。この場合、従来、4つの弾性表面波フィルタ素子を必要としていたのに対し、第5の発明によれば、1個の弾性表面波フィルタ素子を用いることにより、平衡-不平衡変換機能が実現される。従って、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置の小型化及びコストの低減を果たし得る。

【0222】また、弾性表面波フィルタ素子の数を低減し得るので、寄生容量を減らすことができ、それによって平衡度の劣化も生じ難い。従って、広帯域化も容易である。

【0223】また、第5の発明においても、第1、第2の間隔が上記特定の範囲とされているので、第1の発明と同様に、十分な帯域幅を実現することができ、かつ平衡度も改善される。

【0224】第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1、第2の間隔に、少なくとも一本の浮き電極指が挿入されており、該領域における電極被覆率が50%以上とされている場合には、挿入損失の低減を図ることができる。

【0225】特に、上記電極被覆率が63%以上である場合には、挿入損失をより一層低減することができる。本発明において、不平衡端子側に直列に弾性表面波共振子が接続されている場合には、通過帯域外減衰量を改善することができる。

【0226】同様に、平衡端子側の各端子に直列にそれぞれ弾性表面波共振子を接続することによって、帯域外減衰量を改善することができる。また、平衡端子側に縦続された梯子型回路構成の弾性表面波フィルタを備える場合には、該梯子型弾性表面波フィルタの減衰極を通過帯域の低域側及び高域側に配置することにより、減衰量及び選択度をより一層高めることができる。さらに、平衡端子間に並列に接続された弾性表面波共振子により、平衡端子のそれぞれの影響を等しくことができ、平衡度を悪化させることなく、通過帯域外減衰量を拡大することができる。

【0227】本発明に係る弾性表面波装置において、弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップをパッケージに収納した構造において、圧電基板上に形成された電極パターン、パッケージ及び導電部の少なくとも1つが略線対称の構造を有する場合には、それによって平衡度の悪化を抑制することができる。

【0228】特に、電極パターン、パッケージ及び導電部のうち少なくとも2つが同一の対称軸に対して略線対称とされている場合、より一層平衡度の悪化を抑制することができる。

【0229】さらに、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、圧電基板上に弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップがフリップチップボンディングにより搭載されるケース材を備え、該ケース材に、1つの外部入力端子または外部出力端子と、2つの外部出力端子または外部入力端子とが設けられており、1つの外部入力端子または外部出力端子に対し、2つの外部出力端子または外部入力端子が略線対称に配置されている場合、あるいは電氣的に対称に配置されている場合には、平衡度をより一層高めることができる。

【0230】また、本発明にかかる弾性表面波フィルタ装置において、上記外部入力端子と外部出力端子との間に少なくとも1つのアース端子が配置されている場合には、入出力端子間の直達成分の抑制を図ることができる。さらに、上記2つの外部出力端子または外部入力端子間に少なくとも1つのアース端子が配置されている場合には、それによっても平衡度を高めることができる。

【0231】さらに、本発明に係る表面波フィルタ装置は、前述したように共用器や該共用器を有する通信装置に用いることができ、共用器や通信装置の小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図2】第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置及び従来例の弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図。

【図3】第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置及び従来例の弾性表面波フィルタ装置における不平衡端子側のVSWR特性を示す図。

【図4】第1の実施例及び従来例の弾性表面波フィルタ装置の平衡端子側のVSWR特性を示す図。

【図5】隣り合うIDT間の間隔と振幅平衡度との関係を示す図。

【図6】隣り合うIDT間の間隔と位相平衡度との関係を示す図。

【図7】隣り合うIDT間の間隔と帯域幅との関係を示す図。

【図8】隣り合うIDT間の間隔と帯域内挿入損失との関係を示す図。

【図9】隣り合うIDT間の間隔と振幅平衡度との関係を示す図。

【図10】隣り合うIDT間の間隔と位相平衡度との関係を示す図。

【図11】電極指交差幅比と、4.0dBの減衰量を有する帯域幅との関係を示す図。

【図12】電極指交差幅比と、VSWRとの関係を示す図。

【図13】本発明の第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図14】本発明の第3の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図15】本発明の第4の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図16】第4の実施例の弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図。

【図17】本発明の第5の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図18】本発明の第6の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図19】本発明の第7の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図20】本発明の第8の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図21】第4の実施例及び第8の実施例の各弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図。

【図22】本発明の第9の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図23】本発明の第10の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図24】本発明の第11の実施例の弾性表面波フィルタ装置を説明するための分解斜視図。

【図25】本発明の第12の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置を説明するための模式的平面図。

【図26】第12の実施例に係る弾性表面波フィルタ装

置を用いて構成されたアンテナ共用器を説明するための概略構成図。

【図27】第12の実施例の変形例に係る弾性表面波フィルタ装置を説明するための概略構成図。

【図28】従来の弾性表面波フィルタ装置の一例を説明するための略図的平面図。

【図29】従来の弾性表面波フィルタ装置の他の例を示す略図的平面図。

【図30】本発明にかかる弾性表面波フィルタ装置の他の実施例を説明するための図であり、ケース材の底面図。

【図31】本発明の弾性表面波フィルタ装置のさらに他の実施例を説明するための図であり、ケース材の底面図。

【図32】本発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の実施例を説明するための図であり、圧電基板の底面図。

【図33】本発明に係る弾性表面波装置が用いられている通信機を説明するための概略ブロック図。

【符号の説明】

1～3…第1～第3の弾性表面波フィルタ素子

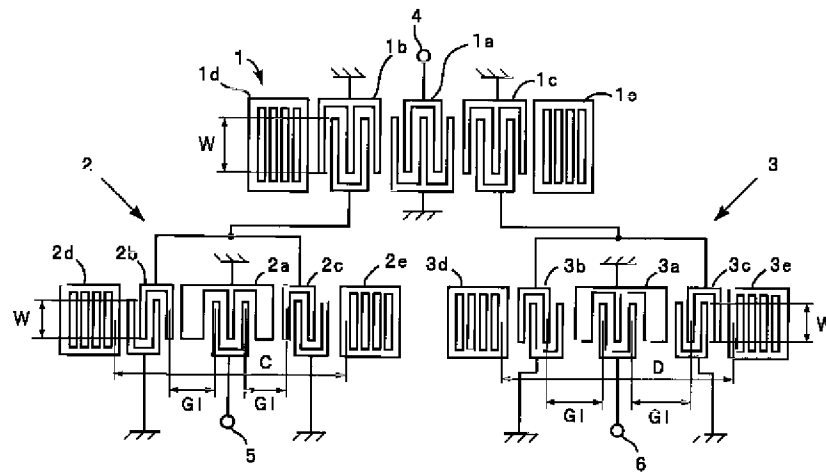
1a, 2a, 3a…第1のIDT

1b, 2b, 3b…第2のIDT

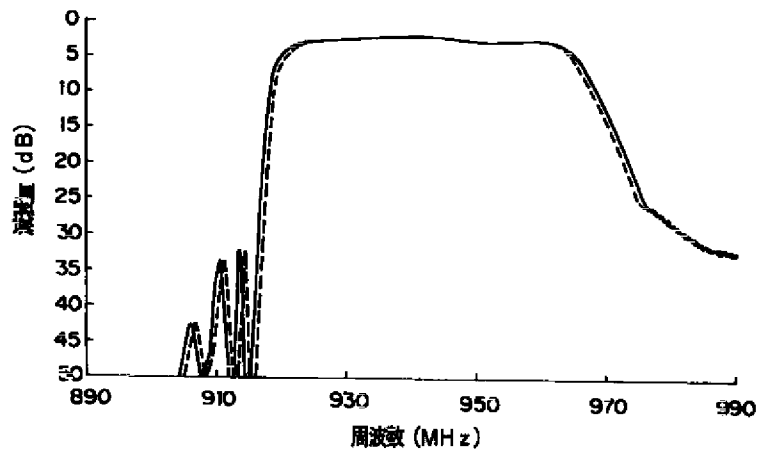
1c, 2c, 3c…第3のIDT

1d, 1e～3d, 3e…反射器

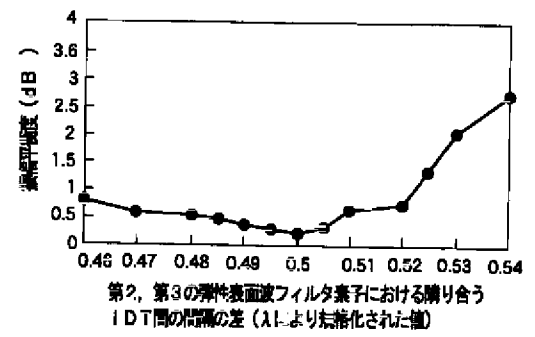
【図1】



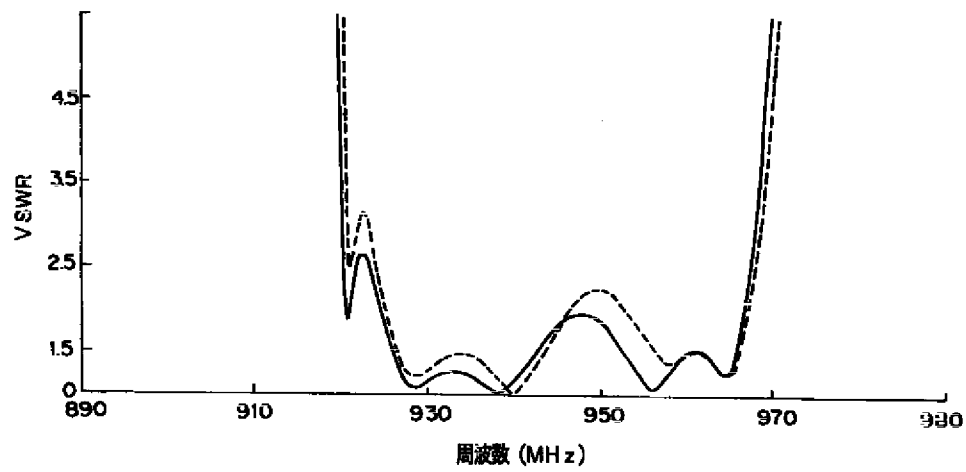
【図2】



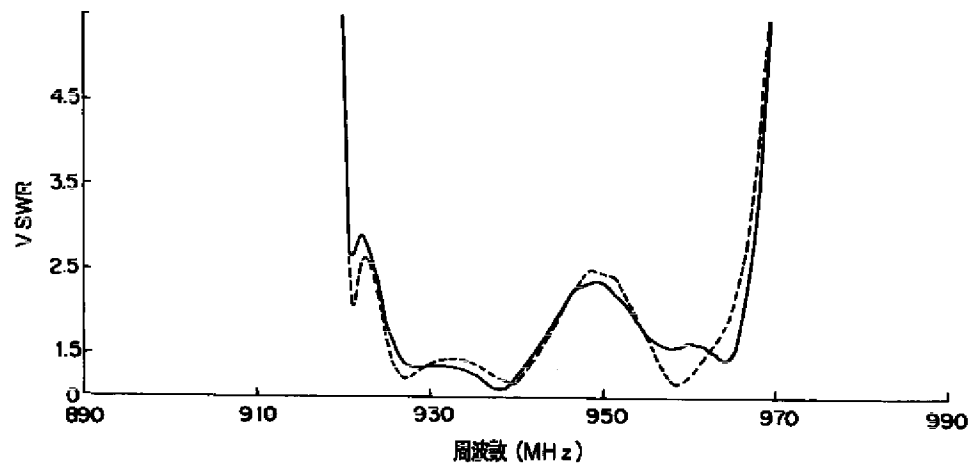
【図5】



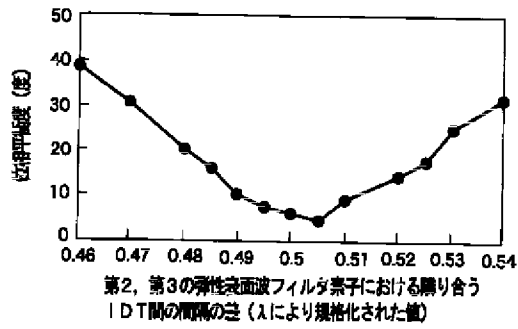
【図3】



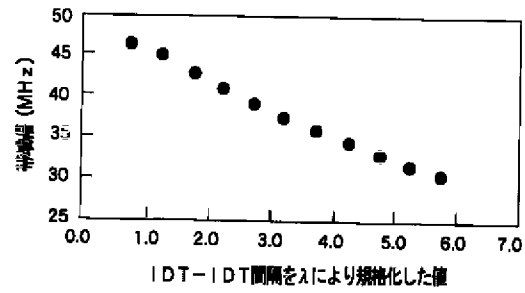
【図4】



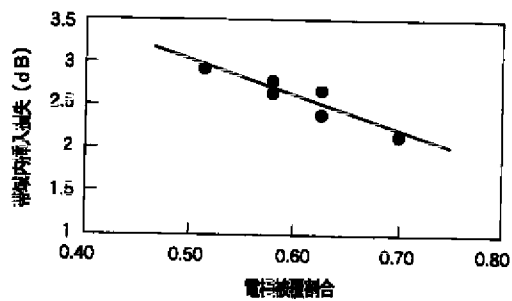
【図6】



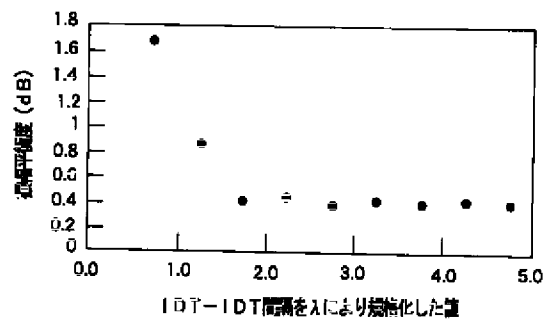
【図7】



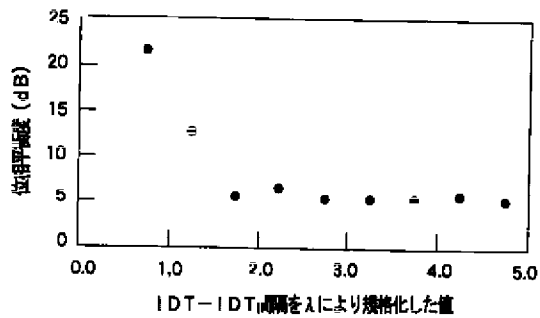
【図8】



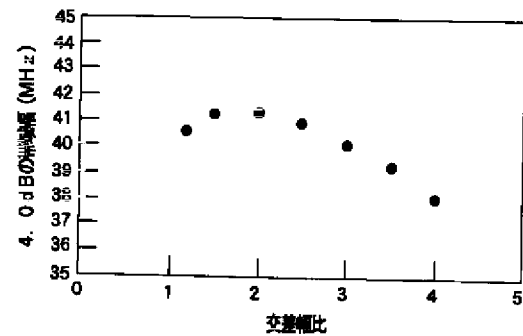
【図9】



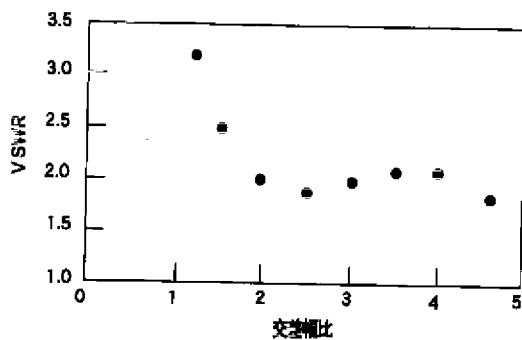
【図10】



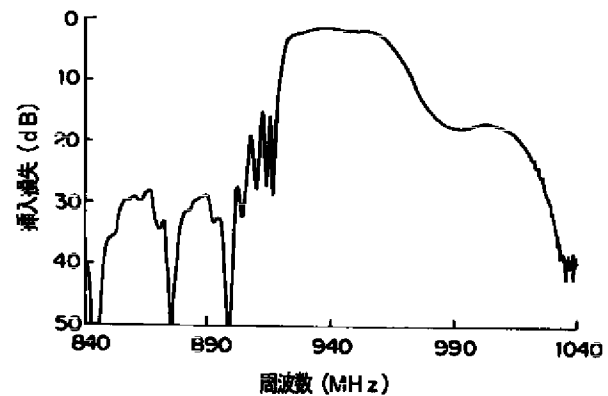
【図11】



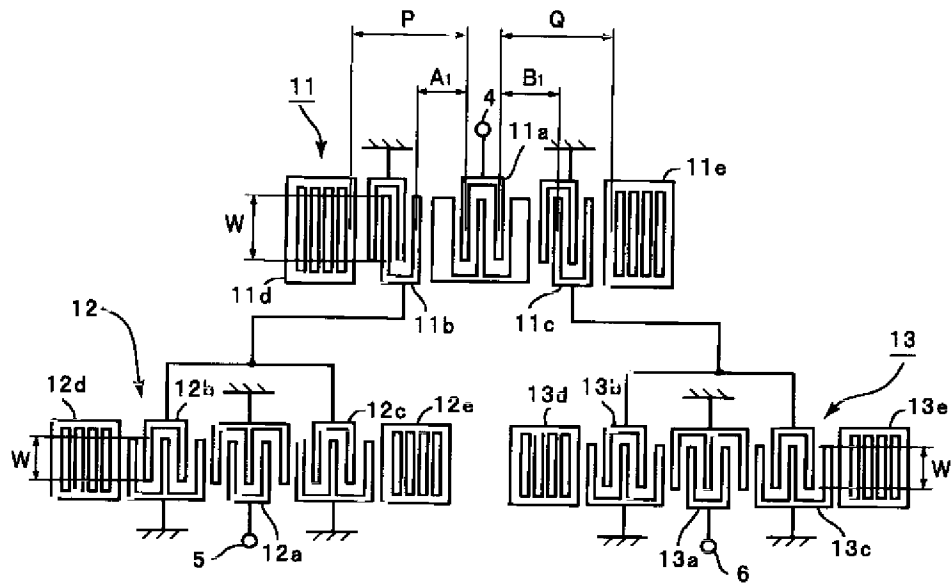
【図12】



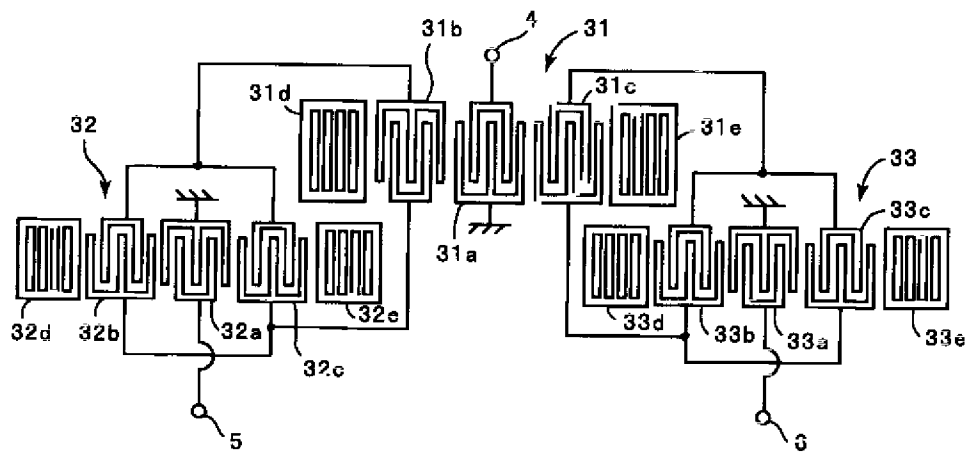
【図16】



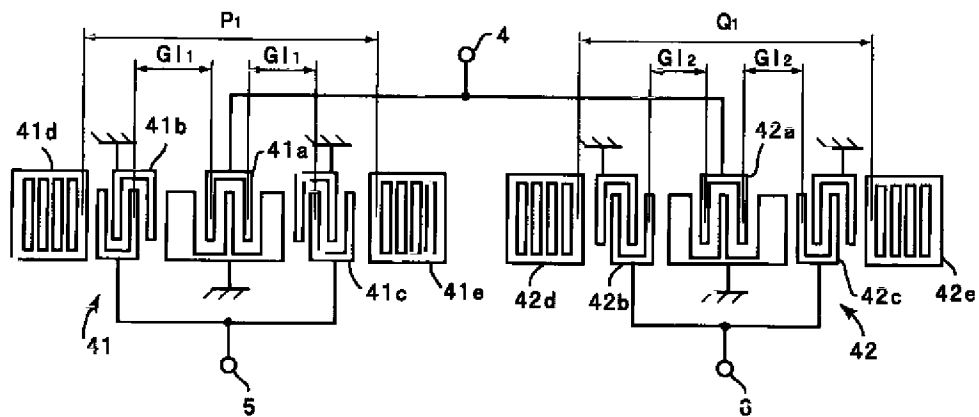
【図13】



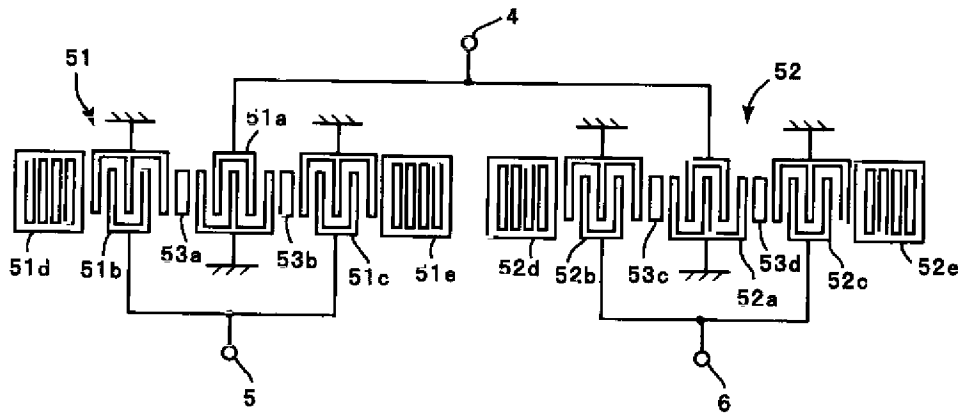
【図14】



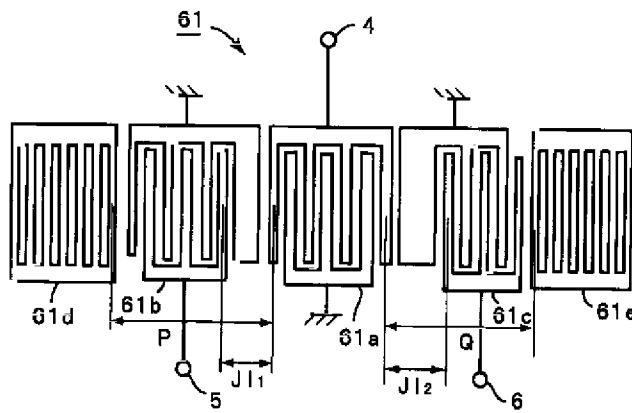
【図15】



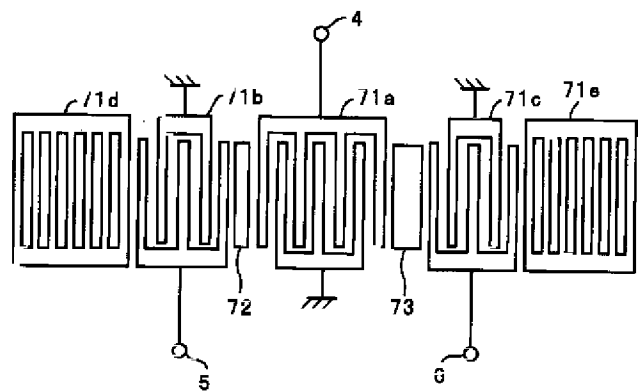
【図17】



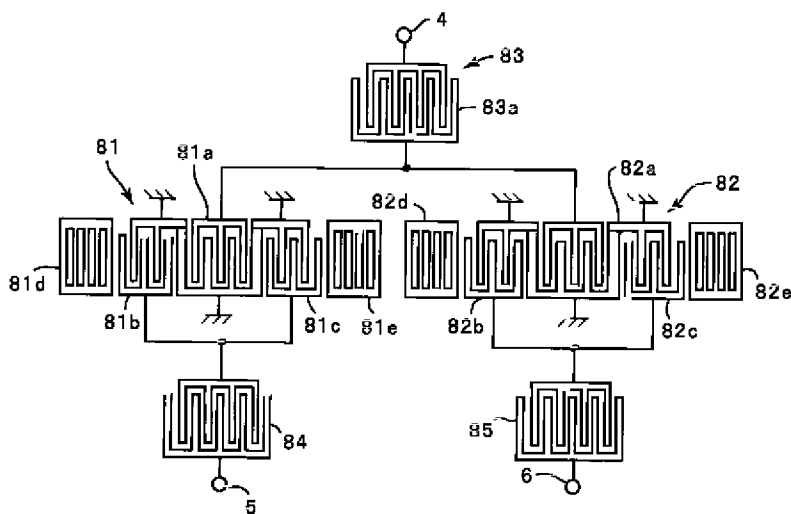
【図18】



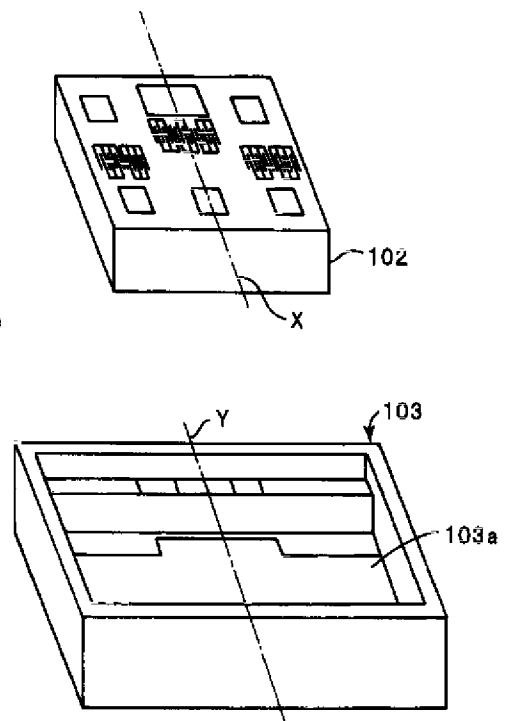
【図19】



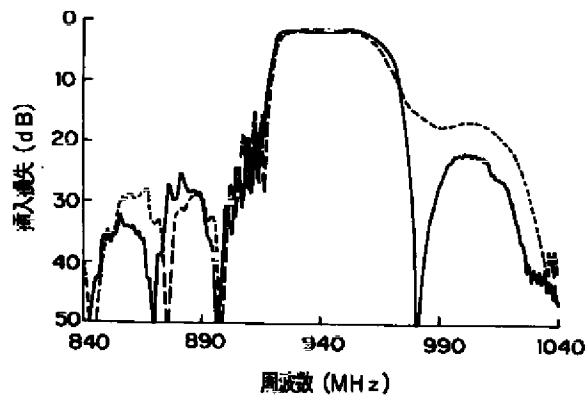
【図20】



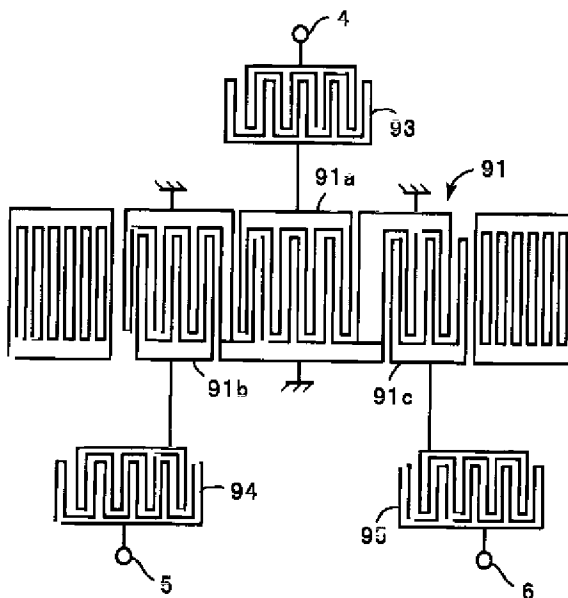
【図24】



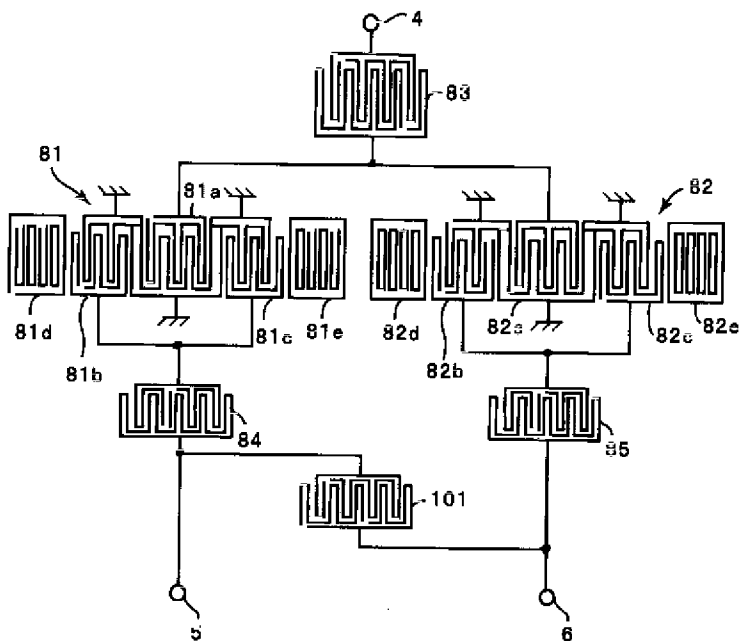
【図21】



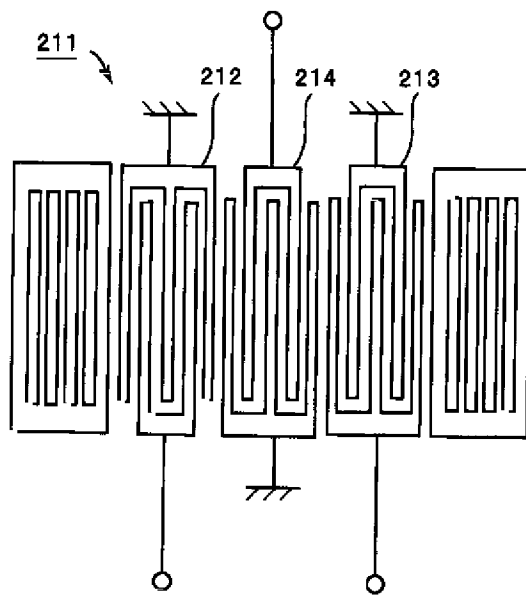
【図22】



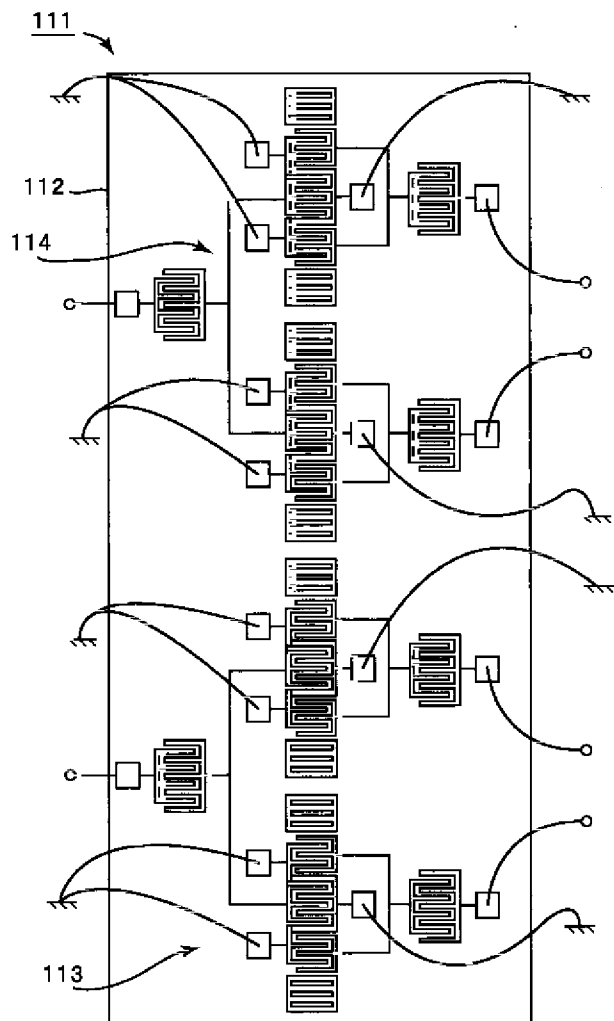
【図23】



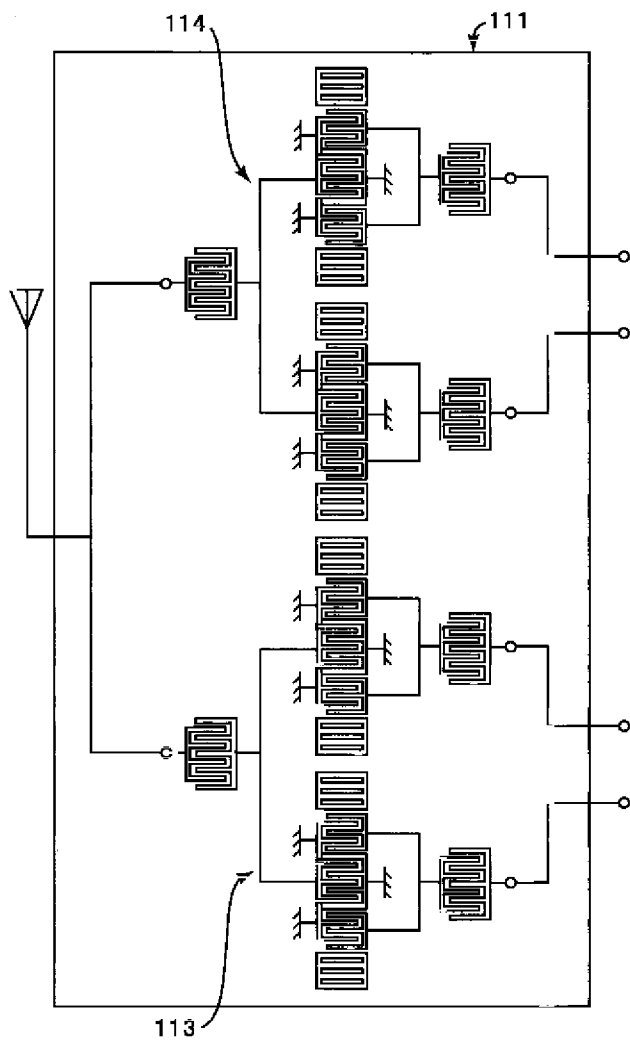
【図29】



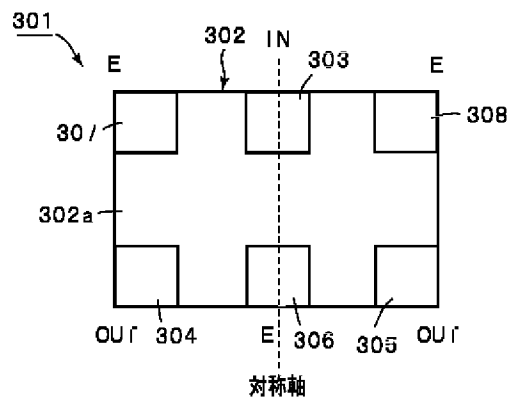
【図25】



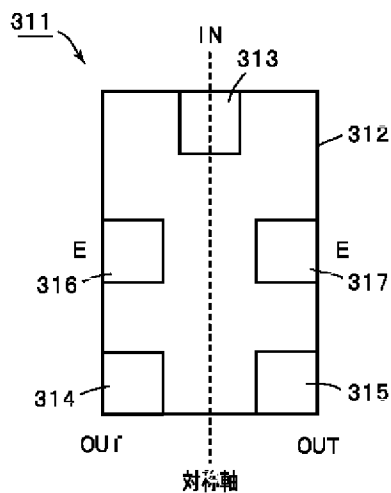
【図26】



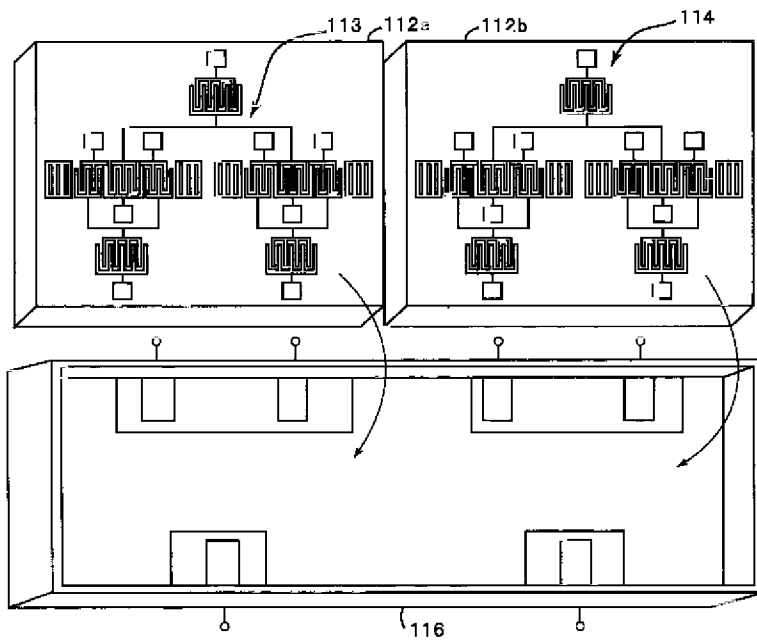
【図30】



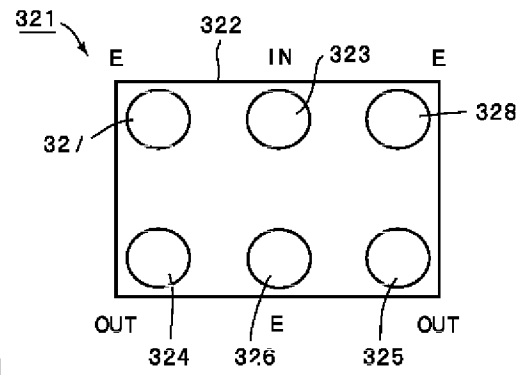
【図31】



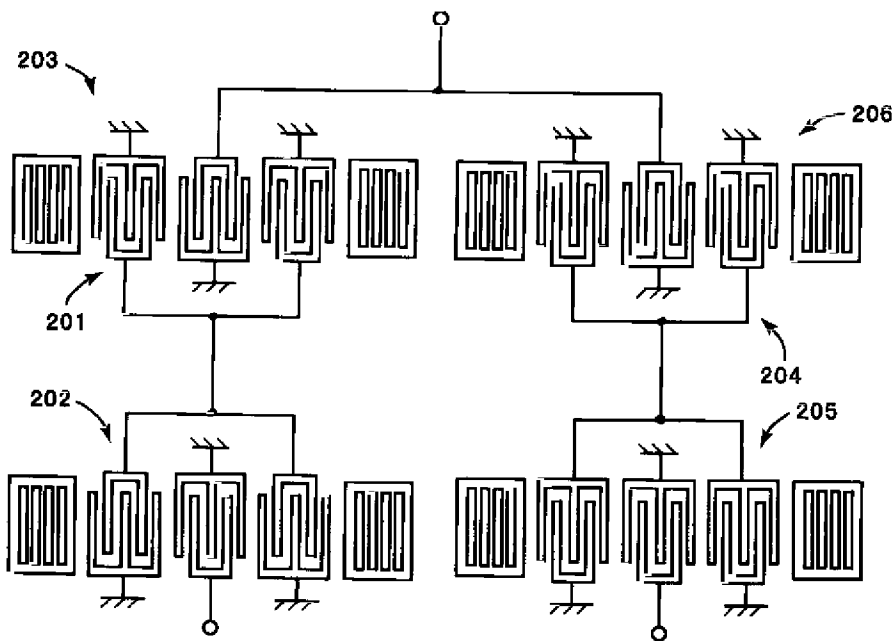
【図27】



【図32】



【図28】



【図33】

